

¹Мамиллов Н.Ш., ²Амирбекова Ф.Т., ¹Шарахметов С.Е.,
¹Сапаргалиева Н.С., ³Хабибуллин Ф.Х., ⁴Беккожаева Д.К.

Сообщества рыб мелководий оз.Алаколь в условиях возрастающей рекреационной нагрузки

1 Казахский национальный университет имени аль-Фараби

2 Казахский национальный аграрный университет, Научно-производственный
центр рыбного хозяйства

3 Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии

4 University of South Bohemia in České Budějovice (USB), South Bohemian Research
Centre of Aquaculture and Biodiversity of Hydrocenoses (CENAKVA), Czech Republic
mamilov@gmail.com

Indigenous fish fauna has high endemism to the Balkhash watershed. Area of indigenous fish species had been drastically reduced after negative human impact. The Alakol Lake still remains bigger refuge for indigenous fishes. Therefore investigation of growing recreational impact to fish population on shallow sites was the aim of our researches. Samples were collected during 2015-2017 by international recommendations. State of the young fishes was evaluated through up their biological characteristics. Data on size and condition factor of fish babies were presented first time for many species despite long history of fishes investigations in the Alakol Lake. Diversity indexes by Simpson and Shannon were calculated to describe fish communities. Only 5 indigenous fish species like Seven rivers' minnow *Phoxinus brachyurus*, spotted stone loach *Triplophysa strauchii*, Sewertzov's stone loach *Triplophysa sewerzowii*, plain thicklip loach *Triplophysa labiata*, and Balkhash perch *Perca schrenkii* were revealed. Alien fish species were presented by 4 species like carp *Cyprinus carpio*, Prussian carp *Carassius gibelio*, topmouth gudgeon or pseudorasbora *Pseudorasbora parva*, and rosy bitterling *Rhodeus ocellatus*. Grow rate and condition factor indicated rather good living conditions for the indigenous fishes. Alien short living fish species were not neither numerous nor permanent members of the fish assemblages. The presented data allowed us to consider modern state of shallow sites of the lake as good enough for the indigenous fish reproduction. Limitation of number of visitors and 300 meters wide protected area around the investigated sites should be reasonable for long term conservation of indigenous fish fauna in the Alakol Lake.

Key words: Alakol Lake, recreational, indigenous, alien, fish fauna

Аборигенная ихтиофауна Балхашского бассейна характеризуется высокой степенью эндемизма. В результате нерациональной деятельности человека ареалы аборигенных видов рыб сильно сократились. Озеро Алаколь до настоящего времени оставалось наиболее крупным убежищем для аборигенных видов. Целью проведенного исследования являлось изучение влияния растущей рекреационной нагрузки на состояние рыбного населения мелководий. Отбор проб проводили в 2015-2017 гг в соответствии с международными стандартами. Состояние молоди рыб оценивали по биологическим показателям. Несмотря на долгую историю изучения ихтиофауны оз.Алаколь данные о размерах и упитанности молоди большинства исследованных видов приводятся впервые. Для характеристики сообществ рыб были использованы показатели разнообразия Симпсона и Шеннона. Всего обнаружено 5 аборигенных видов рыб: семиреченский гольян *Phoxinus brachyurus*, пятнистый губач *Triplophysa strauchii*, голец Северцова *Triplophysa sewerzowii*, одноцветный губач *Triplophysa labiata*, балхашский окунь *Perca schrenkii*. Чужеродные виды представлены 4 видами: сазан *Cyprinus carpio*, серебряный карась *Carassius gibelio*, псевдорасбора *Pseudorasbora parva* и горчак *Rhodeus ocellatus*. Показатели роста и упитанности аборигенных видов рыб находятся на хорошем уровне. Короткоциклические чужеродные виды рыб были малочисленными и непостоянными членами ихтиоценоза. На основании полученных данных состояние мелководной зоны можно считать удовлетворительным для воспроизводства аборигенных видов рыб. В целях долговременного сохранения аборигенной ихтиофауны рекомендуется ввести режим ограниченного доступа в 300-метровой зоне от указанных биотопов.

Ключевые слова: озеро Алаколь, рекреационный, аборигенный, чужеродный, ихтиофауна

Континентальные водоемы являются одним из ключевых факторов, определяющих благополучие людей, поскольку без пресной воды жизнь человека как биологического вида невозможна. Вода необходима не только для восполнения жидкости в организме, но

также используется для выращивания сельскохозяйственных и кормовых культур, получения энергии, технических и бытовых нужд. Удовлетворительное качество пресной воды обеспечивается благополучным функционированием естественного разнообразия организмов, которые в свою очередь могут страдать от загрязнения, изменений гидрологического режима, чрезмерной эксплуатации. Поэтому континентальные водоемы оказались самым уязвимым типом экосистем [1,2,3,4,5,6].

Республика Казахстан расположена в центре континента, поэтому проблемы сохранения и рационального использования водных биологических ресурсов для нас являются крайне важными. Балхаш-Алакольский бассейн – это крупнейший оазис Евразии. В результате длительной геологической изоляции рыбное население водоемов этого бассейна было образовано небольшим числом эндемичных видов, что сделало его одним из уникальных очагов биоразнообразия [7,8,9]. Рыболовство здесь начало развиваться лишь в первой половине прошлого столетия, однако в силу исторических и социально-экономических причин за короткий промежуток времени рыбные ресурсы были истощены [10,11,12], а аборигенные виды рыб замещены чужеродными в самом озере Балхаш и его крупных притоках [13,14,15,16,17,18,19]. Большое значение Алакольских озёр для промыслового рыболовства привлекает внимание многих ихтиологов с начала 1950-х годов по настоящее время [20,21,22,23,24], однако основное внимание в большинстве опубликованных работ уделено акклиматизированным промысловым видам рыб и балхашскому окуню. Поэтому целью нашего исследования являлось изучение разнообразия рыб, населяющих мелководную зону оз.Алаколь. Особая актуальность подобных исследований диктуется бурным развитием зон отдыха на побережье этого озера.

Материалы и методики

В данной работе представлены данные, полученные в ходе полевых экспедиционных исследований в летний период 2015-2017гг. с привлечением фондовых материалов предыдущих лет, хранящихся в лаборатории зоологии Научно-исследовательского института проблем биологии и биотехнологии. Исследования проводились в районе пос.Акши на удалении от зоны отдыха 2-3 км в обе стороны. С западной стороны был обследован большой мелководный залив, поросший тростником, с развитой погруженной растительностью «Чёрная коса»; с восточной стороны – устье р.Жаманты и прилегающая часть акватории (рисунок 1). Также был исследован состав ихтиофауны на предгорном участке р.Жаманты.

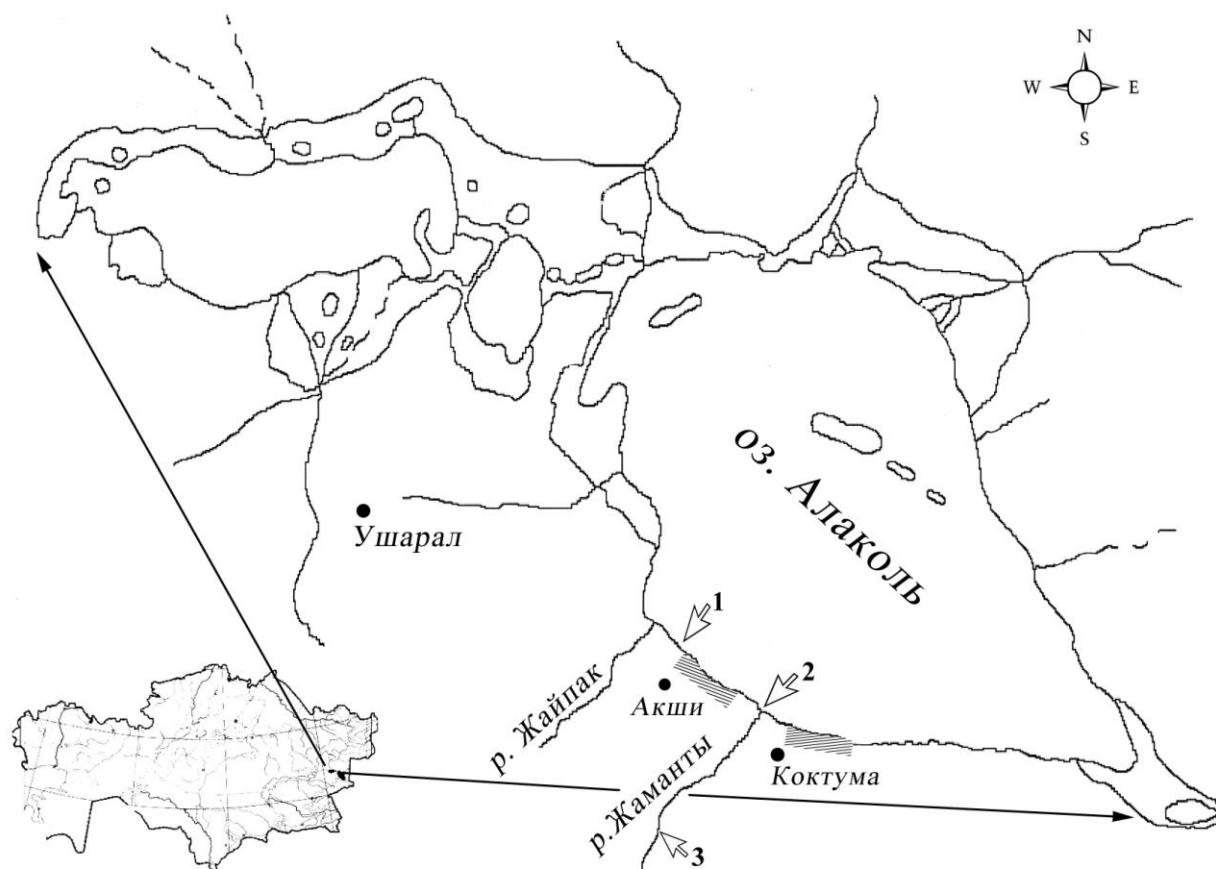


Рисунок 1. Карта-схема района исследований: 1 – «Чёрная коса», 2 – устье р.Жаманты, 3 – предгорный участок р.Жаманты. Тёмные прямоугольники показывают зоны отдыха.

Цвет воды определяли визуально, запах – органолептически. Остальные параметры измерялись с использованием оборудования фирмы «Hanna Instruments»: температура, минерализация (ρ) и pH – по показаниям прибора Combo pH & EC, мутность – по показаниям турбонефриметра HI 93703 «Hanna Instruments». Для отлова рыб был использован мальковый бредень длиной 15 м с размером ячеи 3 мм [25,26]. Каждый год облавливали одни и те же участки общей площадью около 300 м². Названия рыб даны в соответствии с современными номенклатурными справочниками [27,28]. Сразу после отлова рыб фиксировали в 4% растворе формалина, биологический анализ проводили в лаборатории по общепринятой методике [29]. Статистическую обработку первичных данных выполнили по стандартной схеме [30]. Для оценки разнообразия сообществ использовали следующие показатели: S – общее число видов в сообществе (видовое богатство), D – индекс разнообразия Симпсона, E – равномерность распределения по Симпсону, H – индекс Шеннон, J – равномерность распределения по Шеннон [31,32]. При вычислении показателей Шеннон использовали логарифм с основанием 2.

Результаты и обсуждение

В период проведения исследований наиболее многоводным был 2017 г., наименьшее количество осадков отмечено в 2015 г. Физико-химические показатели воды представлены в таблице 1. В сравнении с данными периода до начала интенсивного рекреационного освоения оз.Алаколь (конец 1990-х годов), представленными Н.А.Амиргалиевым [11], существенных различий в значениях pH не выявлено: вода озера всегда характеризовалась как слабощелочная, горный рек – как нейтральная или

слабокислая. По данным тех же авторов [11, 33], общая минерализация испытывает сильные колебания в зависимости от количества осадков и испарения – от 5000 до 7000 и выше мг/дм³. В период наших исследований минерализация находилась на среднем уровне. В наиболее многоводном 2017 г. минерализация воды в устье р.Жаманты была наибольшей. Это объясняется тем, что вода в озере Алаколь также поднялась выше уровня предыдущих лет и проникла в небольшую дельту.

Таблица 1 – Физико-химические показатели воды в 2015-2017 гг.

Локальность	год	Параметры				
		Цвет	t, °C	Мутность, FTU	pH	ρ, мг/дм ³
Чёрная коса	2015	зелено-голубая	25.3	22.52	7.8	6345
	2016	светло желто-зеленая	24.6	9.62	8.1	6231
	2017	зелено-голубая	21.3	27.3	7.6	6145
Устье р.Жаманты	2015	светло-коричневая	17.6	2.34	6.8	128
	2016	светло-коричневая	18.4	1.90	7.0	116
	2017	светло-желтая	20.5	3.83	6.9	252

Непосредственного воздействия отдыхающих на экосистемы исследованных мелководий не наблюдалось. Однако в приустьевой части р.Жаманты ведется добыча гальки для отсыпки дорог и строительных нужд, в результате чего образовались многочисленные неглубокие (до 1,5 м глубиной) карьеры.

Сведения о встречаемости различных видов рыб на исследованных мелководьях представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Встречаемость различных видов рыб в 2015-2017 гг.

Виды рыб		Статус	Годы		
Научное название	Тривиальное название		2015	2016	2017
Отряд Cypriniformes - карпообразные, семейство Cyprinidae - карповые					
<i>Schizothorax argentatus</i> Kessler, 1874	Балхашская маринка	А (П)	0	0	0
<i>Schizothorax pseudoaksaiensis</i> Herzenstein, 1889	Илийская маринка	А (П)	0	0	0
<i>Gymnoditychus dybowskii</i> Kessler, 1874	Голый осман	А	0	0	0
<i>Rutilus rutilus aralensis</i> (Berg, 1916)	Аральская плотва	И, П	0	0	0
<i>Abramis brama orientalis</i> Berg, 1949	Восточный лещ	И, П	0	0	0
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Серебряный карась	И, П	0.04	0.01	0.12
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Сазан	И, П	0.01	0	0
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Псевдорасбора, или амурский чебачок	И	0.04	0.09	0
<i>Abbottina rivularis</i> (Basilewsky, 1855)	Речная абботтина	И	0	0	0
<i>Rhodeus ocellatus</i> Kner, 1866	Глазчатый горчак	И	0	0.01	0
<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	Обыкновенный гольян	А	0	0	0
<i>Phoxinus brachyurus</i> Berg, 1912	Семиреченский гольян	А	0.12	0	0
<i>Rhynchocypris poljakowii</i> (Kessler, 1879)	Балхашский гольян	А	0	0	0
Семейство балиторовые - Balitoridae					
<i>Triplophysa dorsalis</i> (Kessler, 1872)	Серый голец	А	0	0	0
<i>Triplophysa strauchii</i> (Kessler, 1874)	Пятнистый губач	А, П	0.35	0.11	0.12

<i>Triplophysa stoliczkai</i> (Steindachner, 1866)	Тибетский голец	А	0	0	0
<i>Triplophysa labiata</i> (Kessler, 1874)	Одноцветный губач	А	0	0.08	0
<i>Triplophysa sewerzowii</i> (G. Nikolsky, 1938)	Гонец Северцова	А	0.02	0.15	0
<i>Lefua costata</i> (Kessler, 1876)	Восьмиусый голец, или лефуа	И	0	0	0
Отряд окунеобразные – Perciformes, семейство окуневые - Percidae					
<i>Perca schrenkii</i> Kessler, 1874	Балхашский окунь	А, П	0.42	0.55	0.76
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Обыкновенный судак	И, П	0	0	0
Семейство головешковые - Odontobutidae					
<i>Micropercops (Hypseleotris) cintus</i> (Dabry de Thiersant, 1872)	Элеотрис	И	0	0	0
Семейство бычковые - Gobiidae					
<i>Rhinogobius</i> sp.	Китайский бычок	И	0	0	0
Отряд сарганообразные – Beloniformes, семейство адрианихтовые - Adrianichthyidae					
<i>Oryzias latipes</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Медака	И	0	0	0
Всего видов:		24	7	7	3
Примечание: * - по данным источников [12; 34] и материалам коллекций; 1 – Чёрная коса, 2 – устье р.Жаманты, 3 – предгорный участок р.Жаманты; А – аборигенный, И – инвазивный, П – промысловый, (П) – вид утратил промысловое значение. Цифры показывают долю каждого вида в сообществе.					

Выявленный состав рыбного населения оказался намного беднее ожидаемого по ранее опубликованным спискам [10, 20, 22, 24, 34,35]. На мелководьях чёрной косы все годы наблюдений единственным видом рыб был балхашский окунь. Видовой состав рыбного населения в приустьевой зоне р.Жаманты был более разнообразным. Во многом это объясняется минерализацией воды исследованных участков: молодёжь большинства видов рыб из приведенного в таблице 2 списка предпочитает пресную воду. Балхашская и илийская маринка в озере не были многочисленными ужу в конце прошлого века [11]. Оба вида являются объектами рыболовства, поэтому отсутствие их молоди на обследованных нами мелководьях обусловлено значительным сокращением численности еще до начала интенсивного рекреационного освоения озера Алаколь. Обитание илийской маринки в бассейне Алакольских озёр не подтверждено опубликованными фактическими данными. Голый осман и тибетский голец предпочитают реки со стремительным течением, в оз.Алаколь никогда не были многочисленными и лишь изредка наблюдались в приустьевой зоне рек [36, 37, 38,39]. Обыкновенный и балхашский голяны предпочитают небольшие реки с родниками и развитой погруженной растительностью и также лишь единично были отмечены в прибрежной зоне оз.Алаколь.

Сазан, карась, плотва, лещ и судак являются интродуцированными промысловыми видами. В оз.Алаколь этим до настоящего времени не удалось вытеснить аборигенную ихтиофауну. Численность этих видов существенно меняется в различные годы в зависимости от погодно-климатических условий в период нереста и промысловой нагрузки. По нашим наблюдениям, у рыбаков-любителей зон отдыха в районе пос.Коктума сазан и карась занимали значительную долю в уловах.

Динамика разнообразия сообщества рыб мелководной зоны в устье р.Жаманты представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели разнообразия сообщества рыб в устье р.Жаманты в 2015-2017 гг.

Показатели	Годы		
	2015	2016	2017
Отловлено рыб (n)	137	95	25

Видовое богатство (S)	7	7	3
Аборигенных видов	4	4	2
Индекс разнообразия Симпсона (D)	3.13	2.87	1.65
Равномерность распределения по Симпсону (E)	0.45	0.41	0.55
Индекс разнообразия Шеннон (H, log2)	1.19	1.99	1.04
Равномерность распределения по Шеннон (J, log2)	0.17	0.71	0.65

Молодь аборигенных балхашского окуня и пятнистого губача, а также интродуцированного карася встречалась на исследованном участке ежегодно. Наиболее многочисленной была молодежь балхашского окуня. В наших уловах длина (без хвостового плавника) сеголетиков балхашского окуня варьировала от 24 мм до 44 мм, в среднем $30,76 \pm 3,45$ мм; масса – от 0,15 до 3,72 г, в среднем $0,68 \pm 0,645$ г; упитанность по Фультону – от 1,20 до 2,84, в среднем $1,97 \pm 0,362$. Такой сильный разброс биологических показателей характерен для молодежи хищных видов рыб, поскольку они рано переходят на питание относительно крупными водными беспозвоночными с низкой плотностью распределения. По сравнению опубликованными данными [40], упитанность мальков находилась на хорошем уровне.

Пятнистый губач в оз.Алаколь представлен отдельным подвидом – озёрный губач *Triplophysa strauchii ruzskyi* (Nekraschewitsch, 1948). В настоящее время оз.Алаколь осталось единственным водоемом, где пятнистый губач является промысловым видом. В устье р.Жаманты были отловлены не только сеголетки, но и годовалая особь этого вида, что свидетельствует об удовлетворительной выживаемости молодежи пятнистого губача в этом биотопе. Длина тела варьировала от 25 до 71 мм, в среднем $36,1 \pm 7,45$ мм; масса тела – от 0,25 до 6,04 г, в среднем $0,78 \pm 0,828$ г; упитанность по Фультону – от 1,20 до 1,85, в среднем $1,44 \pm 0,147$. Несмотря на промысловое значение, систематический статус, биология и морфологическая изменчивость озерного губача остаются плохо изученными [41].

Голец Северцова является эндемиком Балхашского бассейна. Долгое время обитание популяций этого вида вне бассейна р.Или было неизвестно [42]. В бассейне Алакольских озёр предыдущее обнаружение гольца Северцова было описано более 15 лет назад [36, 37]. В устье р.Жаманты в 2015 и 2016 гг. нами было отловлено всего 3 особи этого вида. Длина тела была от 28,5 до 35,5 мм, в среднем $33,0 \pm 3,00$ мм; масса тела - от 0,39 до 0,66, в среднем $0,56 \pm 0,111$ г; упитанность по Фультону – от 1,39 до 1,68, в среднем $1,54 \pm 0,101$.

Семиреченский голянь также является одним из эндемиков Семиречья и, возможно, р.Чу [43]. В последние десятилетия численность и ареал этого вида заметно сократились в связи с нарушением основных мест обитания – чистые реки с пойменными родниками. В устье р.Жаманты 16 особей этого вида были отловлены в 2015 г., в последующие годы семиреченский голянь здесь не обнаруживался. В исследованной выборке рыбы имели длину тела 23-36 мм, в среднем 36 мм; массу тела 0,27-1,06 г, в среднем $0,58 \pm 0,204$ г; упитанность по Фультону – от 1,92 до 2,56, в среднем $2,31 \pm 0,190$.

Семиреченский голянь и голец Северцова являются мелкими рыбами с коротким жизненным циклом, поэтому значительные колебания их численности в отдельные годы является нормальным явлением. Однако в силу неблагоприятного стечения обстоятельств по типу марковских цепей ареалы обоих видов сокращаются, и в настоящее время голец Северцова, одноцветный губач и семиреченский голянь внесены в Красную книгу Алматинской области [44], балхашская популяция балхашского окуня – в республиканскую Красную книгу [45].

Кортокоциклические чужеродные виды рыб получают преимущество в нарушенных местообитаниях. На исследованных нами мелководьях были отмечены лишь два из

потенциально возможных семи видов: амурский чебачок и горчак. Доля обоих видов в сообществах была незначительной, их присутствие - непостоянным. Таким образом, результаты проведенного исследования показали незначительное антропогенное воздействие и благоприятное для воспроизводства аборигенных видов рыб состояние мелководных биотопов вблизи зон отдыха. Оба исследованных биотопа выполняют важную роль не только в сохранении аборигенной ихтиофауны, но и разнообразных видов птиц. На Черной косе проходил откорм чаек, крачек, цапель, а в устье р.Жаманты были отмечены гнезда большой белой *Egretta alba* и занесенной в Красную книгу Казахстана малой белой *Egretta garzetta* цапель, серой цапли *Ardea cinerea*, канюка *Buteo sp.*, обыкновенной пустельги *Falco tinnunculus*, вяхиря *Columba palumbus*. Высокая концентрация разнообразия позвоночных животных в исследованных локальностях делает эти места привлекательными для экологического туризма. Для устойчивого сохранения биотопов рекомендуется установить 300 метровую охранную зону от берега озера и р.Жаманты и ограничить доступ: в период с начала нереста и гнездования до конца июня разрешить доступ только сотрудникам Алакольского заповедника и специалистам-биологам, с конца июня до окончания купального сезона – также разрешить доступ организованным группам туристов под руководством специалистов-биологов.

Заключение

Состав ихтиофауны мелководной зоны оз.Алаколь вблизи зон отдыха в районе пос.Акши в 2015-2017 гг. было представлено 5 аборигенными видами рыб: семиреченский голянь, голец Северцова, пятнистый губач, одноцветный губач и балхашский окунь. Показатели роста и упитанности аборигенных видов рыб находятся на хорошем уровне. Короткоциклические чужеродные виды рыб были малочисленными и непостоянными членами ихтиоценоза. Поэтому состояние мелководной зоны можно считать удовлетворительным для воспроизводства аборигенных видов рыб. В целях долговременного сохранения аборигенной ихтиофауны рекомендуется ввести режим ограниченного доступа в 300-метровой зоне от указанных биотопов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farberk S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem Sh., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., Van Den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital// Nature. – 1997. - Vol.387. – P.253-260.
2. Dudgeon D., Arthington A., Gessner M., Kawabata Z.-I., Knowler D., Leveque C., Naiman R., Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stianssy M., Sullivan C. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews. Cambridge Philosophical Society*, 81, 2, 163-182.
3. Kwok R. Budget request tackles habitat changes// Nature. – 2009. - Vol.460. - P.20.
4. Harmon J.P., Moran N.A., Ives A.R. Species response to environmental change: impacts of food web interactions and evolution// Science – 2009. - Vol.323. - P.1347-1350.
5. Demystifying materiality: hardwiring biodiversity and ecosystem services into finance – UNEP FI CEO Briefing, 2010. - 20 p.
6. Trevors J.T., Saier Jr. We do not have a spare Earth//Environmentalist – 2010. - DOI 10.1007/s10669-010-9259-8
7. Серов Н.П. Опыт разделения Балхашской ихтиологической провинции// Труды конф. по рыбному хоз-ву республик Средней Азии и Казахстана – Фрунзе, 1961. – С.201-211.
8. Митрофанов В.П. Формирование современной ихтиофауны Казахстана и ихтиогеографическое районирование// Рыбы Казахстана – Алма-Ата: Наука, 1986. – Т.1. - С.20-40.
9. Решетников Ю.С., Шакирова Ф.М. Зоогеографический анализ ихтиофауны Средней Азии по спискам пресноводных рыб// Вопросы ихтиологии. – 1993. - Т.33, №1. - С.37-45.
10. Митрофанов В.П. Промысел рыб в Казахстане// Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1992. – Т.5. С.372-411.
11. Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Альпейсов Ш.А. Ихтиофауна и экология Алакольской ситсемы озёр. – Алматы: Бастау, 2006. – 368 с.

12. Исбеков К.Б., Тимирханов С.Р. Редкие рыбы озера Балхаш. – Алматы: LEM, 2009. – 182 с.
13. Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. Некоторые теоретические и практические аспекты акклиматизации рыб в Казахстане// Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1992. – Т.5. – С.329-371.
14. Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. История акклиматизации рыб в Казахстане// Рыбы Казахстана – Алма-Ата: Наука, 1992. – Т.5. – С.6-44.
15. Petr, T. (1992). Lake Balkhash, Kazakhstan. *International Journal Salt Lake Research*, 1, 21-46.
16. Aladin, N.V., & Plotnikov, I.S. (1993). Large saline lakes of former USSR: a summary review. *Hydrobiologia*. 267, 1-12.
17. Tereschenko, V.G., & Strel'nikov, A.S. (1995). An analysis of fish diversity changes in the Balkhash Lake after new fish species introduction. *Journal of Ichthyology*, 35:1, 71-77.
18. Pueppke, S.G., Iklasov, M.K., Beckmann, V., Nurtazin, S.T., Thevs, N., Sharakhmetov, S., Hoshino, B. (2018). Challenges for sustainable use of the fish resources from Lake Balkhash, a fragile lake in an arid ecosystem. *Sustainability*, 10, 1234;doi:10.3390/su10041234
19. Gozlan, R.E., Karimov, B.K., Zadereev, E., Kuznetsova, D., Brucet S., S.S. (2019): Status, trends, and future dynamics of freshwater ecosystems in Europe and Central Asia. *Inland Waters*, DOI: 10.1080/20442041.2018.1510271
20. Некрашевич Н.Г. Материалы по ихтиологии Алакольских озёр//Алакольская впадина и её озёра. Вопросы географии Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1965. – Вып.12. – С.236-268.
21. Стрельников А.С. Морфобиологическая характеристика промысловых рыб Алакольских озёр // Биология водоемов Казахстана. – Алма-Ата, 1970. С.113-119.
22. Стрельников А.С. Рыбы и биологические основы рыбного хозяйства Алакольских озёр. Автореф. дис. ... канд.биол.наук. Томск. 1974. 20 с.
23. Мельников В.А., Баймуханов М.Т., Куликов Е.В., Ермаханов З., Горюнова А.И., Асылбекова С.Ж. Ихтиологические исследования водоемов Казахстана// Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: история и современное состояние – Алматы: Бастау, 2005. – С.9-63.
24. Елшибекова А.М., Данько Е.К., Дукравец Г.М., Жаркенов Д.К. К истории формирования и освоения ихтиофауны бассейна Алакольских озёр// Selevinia - 2015. – Т.23. – С.235-240.
25. Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., Shaw, P. (Eds.) (2005). *Handbook of Biodiversity Methods. Survey, Evaluation and Monitoring*. Cambridge University Press. 573 p. ISBN -13 978-0-521-82368-5
26. Portt, C.B., Coker, G.A., Ming, D.L., Randall, R.G. (2006). A review of fish sampling methods commonly used in Canadian freshwater habitats. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. 2604 p. ISSN 0706-6457
27. Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с таксономическими комментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.
28. Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 08/2019.
29. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
30. Акин Г.Ф. Биометрия – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
31. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. – Т.2. – 477 с.
32. Magurran A.E., McGill B.J., 2014. Biological Diversity. *Frontiers in Measurement and Assessment*. – Oxford University Press – 345 p.
33. Амиргалиев Н.А., Туралыкова Л.Т. К оценке качества вод Алакольской системы озёр// Некоторые аспекты гидроэкологических проблем Казахстана. – Алматы: Каганат, 2011. – С.166-175
34. 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: Гылым. 1992. – Т.5.- С.414-418.
35. Карпов В.Е. Список видов рыб и рыбообразных Казахстана// Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: история и современное состояние – Алматы: Бастау, 2005. – С.152-168.
36. Тимирханов С.Р., Аветисян Р.М. Ихтиофауна рек Джунгарского Алатау (Алакольский бассейн)// Труды Алакольского заповедника. – Алматы: Мектеп, 2004. – С.296-326.
37. Тимирханов С.Р., Аветисян Р.М. Ихтиофауна рек Тарбагатай (Алакольский бассейн)// Труды Алакольского заповедника. – Алматы: Мектеп, 2004. – С.326-334
38. Аветисян Р.М., Соколовский В.Р., Скаун В.А. Ихтиофауна малообследованных участков Алакольского заповедника и сопредельных территорий// Труды Алакольского заповедника. – Алматы: Мектеп, 2004. – С.354-356
39. Дукравец Г.М. *Perca schrenki* Kessler – балхашский окунь// Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1989. – Т.4. – С.157-190.

40. Митрофанов В.П. *Noemacheilus strauchi ruzskyi* Nekraschewitsch – озёрный губач// Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1989. – Т.4. – С.47-49.
41. Митрофанов В.П. *Noemacheilus sewerzowi* G.Nikolsky - голец Северцова// Рыбы Казахстана – Алма-Ата: Наука, 1989. - Т.4. - С. 27 -30.
42. Соколовский В.Р., Тимирханов С.Р. Рыбы Алаколь-Сасыккольской системы озёр// Труды Алакольского заповедника. – Алматы: Мектеп, 2004. – С.175-191.
43. Митрофанов В.П., Митрофанов И.В. Род *Phoxinus* Agassiz, 1835 – Гольян// Рыбы Казахстана – Алма-Ата: Наука, 1987. - Т.2. - С.123-145.
44. Красная книга Алматинской области, 2006 - Красная книга Алматинской области. Животные. - Алматы, 2006. - 520 с
45. Красная книга Республики Казахстан – Алматы: Нур-Принт, 2008. – 316 с.

References

1. Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farberk S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem Sh., O'Neill R.V., Paruel J., Raskin R.G., Suttonk P., Van Den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital// Nature. – 1997. Vol.387. – P.253-260. – DOI:10.1038/387253a0
2. Dudgeon D., Arthington A., Gessner M., Kawabata Z.-I., Knowler D., Leveque C., Naiman R., Prieur-Richard A.-H., Sot D., Stianssy M., Sullivan C. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biologica Reviews*. Cambridge Philosophical Society, 81, 2, 163-182. – DOI:10.1017/S1464793105006950
3. Kwok R. Budget request tackles habitat changes// Nature. – 2009. – Vol.460. – P.20. – DOI:10.1038/460020a
4. Harmon J.P., Moran N.A., Ives A.R. Species response to environmental change: impacts of food web interactions and evolution// Science – 2009. – Vol.323. – P.1347-1350.- DOI: 10.1126/science.1167396
5. Demystifying materiality: hardwiring biodiversity and ecosystem services into finance – UNEP FI CEO Briefng, 2010. 20 p.
6. Trevors J.T., Saier Jr. We do not have a spare Earth//Environmentalist – 2010. – DOI: 10.1007/s10669-010-9259-8
7. Serov N.P. (1961) Opyt razdeleniya Balhashskoj ihtologicheskoy provincii // Trudy konf. po rybnomu hoz-vu respubli Srednej Azii i Kazahstana – Frunze, – pp.201-211.
8. Mitrofanov V.P. (1986) Formirovanie sovremennoj ihtiofauny Kazahstana i ihtiogeograficheskoe rajonirovanie// Ryby Kazahstana – Alma-Ata: Nauka, T.1. – pp.20-40.
9. Reshetnikov YU.S., SHakirova F.M. (1993) Zoogeograficheskij analiz ihtiofauny Srednej Azii po spiskam presnovodny ryb// Voprosy ihtologii, T.33, №1. – pp.37-45.
10. Mitrofanov V.P. (1992) Promysel ryb v Kazahstane// Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Gylym, T.5. pp.372-411.
11. Amiralgaliev N.A., Timirhanov S.R., Al'pejsov SH.A. (2006) Ihtiofauna i ekologiya Alakol'skoj sistemy ozyor. – Almaty : Bastau, p. 368. ISBN 9965-413-70-3.
12. Isbekov K.B., Timirhanov S.R. (2009) Redkie ryby ozera Balhash. – Almaty: LEM, p. 182.
13. Mitrofanov V.P., Dukravec G.M. (1992) Nekotorye teoreticheskie i prakticheskie aspekty akklimatizacii ryb v Kazahstane/Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Gylym, T.5. – pp.329-371.
14. Dukravec G.M., Mitrofanov V.P. (1992) Istoriya akklimatizacii ryb v Kazahstane// Ryby Kazahstana – Alma-Ata: Nauka T.5. – pp.6-44.
15. Petr, T. (1992). Lake Balkhash, Kazakhstan. *International Journal Salt Lake Research*, 1, 21-46. – DOI: 10.1007/BF0290495
16. Aladin, N.V.,& Plotnikov, I.S. (1993). Large saline lakes of former USSR: a summary review. *Hydrobiologia*. 267, 1-12. DOI: 10.1007/978-94-011-2076-0_1
17. Tereschenko, V.G.,& Strel'nikov, A.S. (1995). An analysis of fsh diversity changes in the Balkhash Lake after new fish species introduction. *Journal of Ichthyology*, 35:1, 71-77.
18. Pueppke, S.G., Iklasov, M.K., Beckmann, V., Nurtazin, S.T., Thevs, N., Sharakhmetov, S., Hoshino, B. (2018). Challenges for sustainable use of the fsh resources from Lake Balkhash, a fragile lake in an arid ecosystem. *Sustainability*, 10, 1234; DOI:10.3390/su10041234
19. Gozlan, R.E., Karimov, B.K., Zadereev, E., Kuznetsova, D., Brucet S., S.S. (2019): Status, trends, and future dynamics of freshwater ecosystems in Europe and Central Asia. *Inland Waters*, DOI: 10.1080/20442041.2018.1510271
20. Nekrashevich N.G. (1965) Materialy po ihtologii Alakol'skih ozyor//Alakol'skaya vpadina i eyo ozyora. Voprosy geografi Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka, Vyp.12. – pp.236-268.
21. Strel'nikov A.S. (1970) Morfobiologicheskaya harakteristika promyslovyh ryb Alakol'skih ozer // Biologiya vodoemov Kazahstana. – Alma-Ata., pp.113-119.

22. Strel'nikov A.S. (1974) Ryby i biologicheskie osnovy rybnogo hozyajstva Alakol'skih ozer. Avtoref. dis. ... kand.biol.nauk.Tomsk, p.20
23. Mel'nikov V.A., Bajmukanov M.T., Kulikov E.V., Ermahanov Z., Goryunova A.I., Asylbekova S.ZH. (2005) Ihtologicheskie issledovaniya vodoemov Kazahstana// Rybohozyajstvennye issledovaniya v Respublike Kazahstan: istoriya i sovremennoe sostoyanie – Almaty: Bastau, pp. 9-63.
24. Elshibekova A.M., Dan'ko E.K., Dukravec G.M., ZHarkenov D.K. (2015) K istorii formirovaniya i osvoeniya ihtiofauny bassejna Alakol'skih ozer// Selevinia, T.23, pp.235-240
25. Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., Shaw, P. (Eds.) (2005). Handbook of Biodiversity Methods. Survey, Evaluation and Monitoring. Cambridge University Press. 573 p. ISBN -13 978-0-521-82368-5
26. Portt, C.B., Coker, G.A., Ming, D.L., Randall, R.G. (2006). A review of fish sampling methods commonly used in Canadian freshwater habitats. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. p. 2604 ISSN 0706-6457
27. Boguckaya N.G., Naseka A.M. (2004) Katalog beschelyustnyh i ryb presnyh i solonovatyh vod Rossii s taksonomicheskimi kommentariyami. – M.: Tovarischestvo nauchnyh izdanij KMK, p.389
28. Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2019).
29. Pravdin I.F. (1966) Rukovodstvo po izucheniyu ryb. – M.: Pishchevaya promyshlennost', p. 376
30. Lakin G.F. (1990) Biometriya – M.: Vysshaya shkola, p. 352
31. Bigon M., Harper Dzh., Taunsend K. (1989) Ekologiya. Osobi, populyacii i soobshchestva. – M.: Mir,. – T.2. p. 477
32. Magurran A.E., McGill B.J., 2014. Biological Diversity. Frontiers in Measurement and Assessment. – Oxford University Press, p. 345.
33. Amirgaliev N.A., Turalykova L.T. (2011) K ocnke kachestva vod Alakol'skoj sistemy ozer.// Nekotorye aspekty gidroekologicheskikh problem Kazahstana. – Almaty: Kaganat, pp.166-175
34. Dukravec G.M., Mitrofanov V.P. (1992) Vidovoj sostav ihtiofauny Kazahstana (s kruglorotymi) i ee raspredelenie po vodoemam po sostoyaniyu na 1986-1990 g.g.// Ryby Kazahstana – Alma-Ata: Gylm. T.5.- pp.414-418.
35. Karpov V.E. (2005) Spisok vidov ryb i ryboobraznyh Kazahstana// Rybohozyajstvennye issledovaniya v Respublike Kazahstan: istoriya i sovremennoe sostoyanie – Almaty: Bastau, pp.152-168.
36. Sokolovskij V.R., Timirhanov S.R. (2004) Ryby Alakol'-Sasykkol'skoj sistemy ozyor// Trudy Alakol'skogo zapovednika. – Almaty: Mektep, pp.175-191.
37. Timirhanov S.R., Avetisyan R.M. (2004) Ihtiofauna rek Dzhungarskogo Alatau (Alakol'skij bassejn)// Trudy Alakol'skogo zapovednika. – Almaty: Mektep, pp.296-326.
38. Timirhanov S.R., Avetisyan R.M. (2004) Ihtiofauna rek Tarbagataya (Alakol'skij bassejn)// Trudy Alakol'skogo zapovednika. – Almaty: Mektep, pp.326-334
39. Avetisyan R.M., Sokolovskij V.R., Skakun V.A. (2004) Ihtiofauna maloobsledovannyh uchastkov Alakol'skogo zapovednika i sopredel'nyh territorij// Trudy Alakol'skogo zapovednika. – Almaty: Mektep, pp. 354-356
40. Dukravec G.M. (1989) Perca schrenki Kessler – balhashskij okun'// Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka,. – T.4. – pp.157-190.
41. Mitrofanov V.P. (1989) Noemacheilus strauchi ruzskiy Nekraschewitsch – ozyornyj gubach// Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka,. – T.4. pp.47-49.
42. Mitrofanov V.P. (1989) Noemacheilus sewerzowi G.Nikolsky – golec Severcova// Ryby Kazahstana – Alma-Ata: Nauka,. – T.4. pp. 27 -30.
43. Mitrofanov V.P., Mitrofanov I.V (1987). Rod Phoxinus Agassiz, 1835 – Gol'yan// Ryby Kazahstana – Alma-Ata: Nauka,. – T.2. pp.123-145.
44. Krasnaya kniga Almatinskoj oblasti. Zhivotnye (2006) . – Almaty,. p. 520
45. Krasnaya kniga Respubliki Kazahstan (2008) – Almaty: Nur-Print,. p. 316