

С.Е. Шарахметов 

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
«Институт генетики и физиологии» КН МОН РК, Казахстан, г. Алматы
e-mail: sharakhmetov@gmail.com

РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ РЕК ЮЖНОГО МАКРОСКЛОНА ХРЕБТА ТАРБАГАТАЙ (Алакольский бассейн, Казахстан)

Пресноводные экосистемы являются одним из самых богатых по разнообразию рыб типов экосистем. Сообщества рыб рек южного макросклона хребта Тарбагатай, которые протекают в систему Алакольских озер (Алаколь и Сасыкколь) в настоящее время изучены слабо, за исключением р. Емель. Проведен анализ литературных источников до начала 21 века и представлены результаты собственных исследований. Отлов и биологический анализ рыб проведены по стандартной методике. Изучен состав и биологические показатели массовых видов рыб в реках Каракол, Уржар, Катынсу и Емель. Рассчитаны индексы разнообразия сообществ рыб по Симсону и Шеннону. С помощью статистической программы PAST 4.07 проведен анализ видового сходства (по Серенсену) ихтиофауны изученных рек. Анализ полученных результатов выявил уменьшение видового разнообразия рыб во всех исследованных реках, который насчитывал от 4 до 9 видов. В целом было обнаружено пребывание 15 видов рыб, относящихся к трем семействам, при этом основа списка – представители отряда карпообразных. За 2 года исследования выяснилось, что состав ихтиофауны и частота встречаемости видов рыб в реках не были стабильными. Помимо р. Емель и Каракол, состав ихтиофауны состоял только из аборигенных видов. Разнообразие промысловых видов-акклиматизантов и случайных вселенцев, ранее входившие в состав ихтиофауны рек Каракол, Уржар и Катынсу уменьшилось.

Ключевые слова: ихтиофауна, аборигенный, чужеродный, сообщества рыб, биоразнообразие.

S.E. Sharakhmetov

Al-Farabi Kazakh National University, «Institute of Genetics
and Physiology» CS MES RK, Kazakhstan, Almaty
e-mail: sharakhmetov@gmail.com

Diversity of the ichthyofauna of the rivers of the southern macroslope of the Tarbagatai ridge (Alakol basin, Kazakhstan)

Freshwater ecosystems are among the most diverse ecosystem types. The fish communities of the rivers of the southern slope of the Tarbagatai ridge that flow into the system of the Alakol lakes (Alakol and Sasykkol) are currently poorly studied, with the exception of the Emel River. The analysis of literary sources up to the beginning of the 21st century is carried out and the results of our own research are presented. Catching and biological analysis of fish were carried out according to the standard method. The composition and biological parameters of mass fish species in the Karakol, Urzhar, Katynsu, and Emel rivers have been studied. Fish community diversity indices according to Simpson and Shannon were calculated. Using the PAST 4.07 statistical program, the species similarity (according to Sørensen) of the ichthyofauna of the studied rivers was analyzed. Analysis of the obtained results revealed a decrease in the species diversity of fish in all the studied rivers, which numbered from 4 to 9 species. In general, the presence of 15 species of fish belonging to three families was found, while the basis of the list is representatives of the order carp. For 2 years of the study, it turned out that the composition of the ichthyofauna and the frequency of occurrence of fish species in the rivers were not stable. In addition to the Emel and Karakol rivers, the composition of the ichthyofauna consisted only of native species. The diversity of commercial acclimatized species and random invaders that were previously part of the ichthyofauna of the Karakol, Urzhar and Katynsu rivers has decreased.

Key words: ichthyofauna, native, alien, fish communities, biodiversity.

С.Е. Шарахметов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, «Генетика және физиология институты» ҚР БЖҒМ ҒК, Қазақстан, Алматы қ.
e-mail: sharakhmetov@gmail.com

**Тарбағатай жоталарының оңтүстік сілемдеріндегі
өзендердің ихтиофаунасының алуантүрлілігі
(Алакөл бассейні, Қазақстан)**

Тұщы су экожүйелері ең алуан түрлі экожүйелердің бірі болып табылады. Тарбағатай жоталарының оңтүстік сілемдерінен Алакөл көлдер жүйесіне (Алакөл және Сасықкөл) келіп құятын өзендердің балықтар қауымдастығы қазіргі уақытта Еміл өзенінен басқасы нашар зерттелген. 21 ғасырдың басына дейінгі әдеби дереккөздерге талдау жасалып, өзімнің зерттеу жұмыстарымның нәтижелері берілді. Балықтарды аулау және биологиялық талдау жасау стандартты әдіс бойынша жүргізілді. Қарақол, Үржар және Қатынсу өзендеріндегі көп кездесетін балық түрлерінің құрамы мен биологиялық көрсеткіштері зерттелді. Симсон және Шеннон бойынша балықтар қауымдастығының әртүрлілік индексі есептелді. PAST 4.07 статистикалық бағдарламасын пайдалана отырып, зерттелген өзендердің ихтиофаунасының түрлік ұқсастығына (Соренсен бойынша) кластерлік талдау жүргізілді. Алынған нәтижелерді талдауда барлық зерттелген өзендердегі балықтардың түрлерінің азайғаны анықталып, 4-тен 9-ға дейін дейінгі түрді құрайтындығы анықталды. Жалпы үш тұқымдасқа жататын балықтардың 15 түрінің мекендейтіні белгіленсе, ал тізімнің негізгі бөлігін – тұқылар отрядының өкілдері құрады. 2 жыл бойы жүргізілген бақылаудың нәтижесінде өзендердің ихтиофаунасының құрамы мен балықтардың кездесу жиілігі тұрақты емес. Еміл және Қарақол өзендерінен басқасының, ихтиофаунасының құрамы тек аборигенді түрлерден ғана тұрды.

Түйін сөздер: ихтиофауна, аборигенді, бөгде, балықтар қауымдастығы, биоалуантүрлілік.

Введение

Пресная вода является одним из ключевых ресурсов, без которого невозможно существование человека. Длительная естественная изоляция и разнообразие условий обитания способствовали большому разнообразию пресноводных организмов, в частности костистых рыб [1]. Это естественное биологическое разнообразие обеспечивает функционирование благоприятной для человека среды обитания и устойчивость биосферы в целом [2, 3]. Континентальные водоемы испытывают постоянно возрастающее негативное антропогенное воздействие в результате безвозвратного извлечения воды на нужды человека, а также изменений естественного гидрологического режима, загрязнений различными веществами, почвенной эрозии, вселения чужеродных видов [4, 5]. Поэтому утрата видового разнообразия в пресноводных экосистемах происходит гораздо быстрее, чем в морских и наземных [6].

Несмотря на большие запасы пресной воды и низкую численность населения Республика Казахстан испытывает серьезные проблемы с сохранением водных экосистем [7] и аборигенных видов рыб [8]. Это обусловлено трансграничным положением большинства крупных рек, крайне неравномерным расселением людей, большая

часть которых проживает на юге и юго-востоке страны, и расточительным использованием имеющихся водных ресурсов [9, 10].

Первым шагом к устойчивому существованию является инвентаризация существующего разнообразия в региональном масштабе [11]. Исследования ихтиофауны рек позволяют оценить степень нарушения водных экосистем, охарактеризовать их современное состояние, составить прогноз дальнейшей судьбы и разработать необходимые меры по охране «горячих точек» разнообразия и восстановлению нарушенных водоемов [12]. Несмотря на многолетнюю историю ихтиологических исследований в Казахстане [13, 14, 15, 16], разнообразие и закономерности распределения промысловых видов рыб в нашей стране остаются слабо изученными.

Целью настоящего исследования было изучение состава ихтиофауны рек южного макросклона хребта Тарбағатай (бассейн Алакольских озёр). Этот регион расположен на юго-востоке Республики Казахстан. С южного склона хребта Тарбағатай в направлении северной стороны к озеру Алаколь стекают три основных реки: р.Уржар, р. Катынсу и р. Емель. В сторону озера Сасыкколь текут реки Тансык, Ай и Каракол, но они не достигают озера. Для всех перечисленных рек основное значение имеет снеговое питание. Дождевое и грунтовое питание играет

второстепенную роль. Водосборный бассейн каждой реки делится на горную и равнинную части. Дожди, выпадающие летом и осенью, очень мало меняют положение меженных уровней. Зимняя межень несколько ниже летней и относительно стабильна. Самые низкие годовые уровни обычно наблюдаются перед началом наводнений, чаще всего в феврале [17, 18].

Опубликованных данных по ихтиофауне этих рек мало. Основная причина этого – отсутствие рыбохозяйственного значения данных рек и высокая трудоемкость сбора репрезентативных материалов. Первые ихтиологические исследования по рекам Тарбагатай были проведены в период с 1993 по 2002 гг. [19, 20, 21, 22]. Наиболее подробные описания ихтиофауны рек Каракол, Уржар, Катынсу и Емель, приводится в работе С. Тимирханова и Р. Аветисяна, опубликованной в 2004 году, с результатами прошлых лет [23]. После этих публикаций, на протяжении около 20 лет, информация о современной ихтиофауне и отдельных видах рыб представлена только для р. Емель [24, 25].

Материалы и методы исследований

Исследования ихтиофауны рек южного макросклона хребта Тарбагатай (Каракол, Уржар,

Катынсу и Емель) проводили на одних и тех же участках в июле 2020 и 2021 гг. (рис. 1).

Для отлова рыб использовали рыболовный сачок и мальковый бредень длиной 10 м с ячейей 3 мм. Биологический анализ рыб проводили по методике И.Ф. Правдина [26]. Для обозначения показателей использованы следующие символы: L – абсолютная длина (мм), lst – стандартная длина (мм), Q – вес (г), Fulton – коэффициент упитанности по Фультону, min – минимум, max – максимум, M – среднее значение, $\pm s$ – стандартное отклонение. Структура сообщества рыб определялась соотношением численности по уловам каждой реки.

В последние годы были проведены ревизии усатых голецов и голянов, показавшие, что данные группы содержат больше таксонов видового и даже родового уровня, чем это считалось на протяжении прошлого столетия [27, 28, 29, 30]. Для таких таксонов мы использовали понятие «операциональная таксономическая единица», определяя их по описаниям предыдущих авторов [31, 32].

Статистическая обработка первичных данных была выполнена по стандартной схеме [33]. Расчет индекса разнообразия сообщества рыб и построение кластерного анализа (UPGMA) производили с помощью статистической программы PAST 4.07 [34].

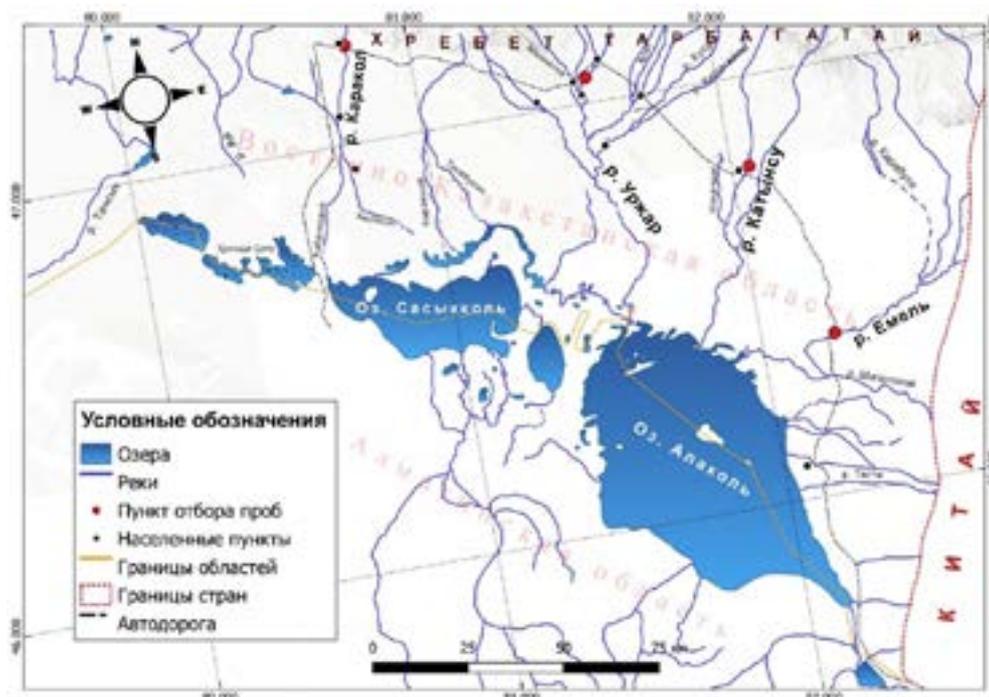


Рисунок 1 – Гидрография Алакольского бассейна и карта-схема места исследования рек южного склона хребта Тарбагатай

Для оценки степени сходства сообщества рыб из разных рек использовали показатель Серенсена [35].

$$K = \frac{2c}{a+b}$$

здесь a и b – число видов, обнаруженных в каждом из двух сравниваемых рек, c – число общих для них видов.

Изучение гидрохимического режима воды проводился с помощью оборудования фирмы «Hanna Instruments». Температура, минерализация и pH воды по показаниям прибора Combo pH & EC. Мутность – по показаниям турбонефримера, концентрацию нитратов (NO_3^-) – HI 96728, а концентрация аммония (NH_4^+) – HI 96700.

Карта-схема рек и ее притоки была составлена с помощью программы QGIS 3.16 [36].

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные мной результаты позволили установить различия физико-химических показателей и видового состава рыб в исследованных реках (таблица 1). Минерализация воды варьировал от 160 до 660 мг/дм³. Величина pH различалась незначительно – от 7.58 до 7.95. По содержанию взвешенных частиц реки существенно различаются: прозрачная вода была в р. Каракол, слегка замутненная – в реках Катынсу и Уржар, мутная – в р. Емель. Из азотных соединений уровень нитратов варьировал – от 0 до 5.759 (ниже ПДК), а аммония в воде не обнаружилась (таблица 1). При визуальном наблюдении цвет воды в реках во время отбора проб был от светло-голубого до желтовато-зеленого и коричневого.

Таблица 1 – Значения абиотических показателей по рекам южного склона хребта Тарбагатай, июль 2021 г.

Место отбора проб	Координаты	Дата и время	t , °C	Мутность, FTU	pH	Минерализация, мг/дм ³	NO_3^- , мг/дм ³	Аммоний, мг/дм ³
р. Каракол	47.2253 80.7892	22.07.2021 08:40	21.3	1.36	7.84	222	1.772	0
р. Уржар	47.0530 81.5386	21.07.2021 17:48	22.3	9.93	7.81	190	5.759	0
р. Катынсу	46.7775 82.0549	21.07.2021 16:00	27.8	6.56	7.58	160	0	0
р. Емель	46.3796 82.2544	21.07.2021 14:10	30.1	17.55	7.95	660	0	0

В видовом составе ихтиофауны рек южного склона хребта Тарбагатай на основании литературных данных [23] следовало ожидать: 9 видов в р. Каракол, 17 – в р. Уржар, 18 – в р. Катынсу. На разных участках реки Емель в предыдущие годы исследований разнообразие варьировало от 11 до 17 видов рыб [23, 24, 25]. Всего в исследованных реках ранее было обнаружено 23 вида рыб, принадлежащих к 6 семействам (таблица 2). Видовое разнообразие этих рек отличалось, но некоторые аборигенные виды рыб, такие как балхашская маринка *Schizothorax argentatus* (Kessler, 1874), голый осман *Gymnodiptychus dybowski* (Kessler, 1874), пятнистый губач *Triplophysa strauchii* (Kessler,

1874), одноцветный губач *Triplophysa labiata* (Kessler, 1874), тибетский голец *Triplophysa stoliczkai* (Steindachner, 1866) и голец Северцова *Triplophysa sewerzowii* (G. Nikolsky, 1938) были представлены в большинстве водоемов.

В период моих исследований 2020-2021 гг. состав ихтиофауны этих рек оказался беднее: их населяли от 4 до 9 видов (таблица 2). В целом было обнаружено 15 видов рыб, относящихся к трем семействам, при этом основа списка – представители отряда карпообразных. За последние 2 года наблюдений состав ихтиофауны и частота встречаемости отдельных видов рыб по рекам менялись (таблица 3). Ниже приведены описание ихтиофауны по каждой реке.

Таблица 2 – Встречаемость рыб в реках Тарбагатай в период 1993-2018 гг. (составлена автором по литературным данным [23, 24, 25])

№	Вид	Статус	Каракол, 1993	Уржар, 2000-2001	Капынеу, 2002	Емель, 1997-2002	Емель, 2015	Емель, 2018
Семейство Cyprinidae – карповые								
1	<i>Phoxinus sedelnikowi</i> (Berg, 1908) – зайсанский голянь	А	+	-	-	-	-	-
2	<i>Phoxinus brachyurus</i> (Berg, 1912) – семиречинский голянь	А	-	+	+	-	+	-
3	<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный голянь	А	-	-	-	+	-	+
4	<i>Schizothorax argentatus</i> (Kessler, 1874) – балхашская маринка	А	+	+	+	+	-	+
5	<i>Gymnodiptychus dybowskii</i> (Kessler, 1874) – голый осман	А	+	+	+	+	+	+
6	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) – серебряный карась	Ч	+	+	+	+	+	+
7	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) – сазан	Ч	+	+	+	+	+	+
8	<i>Abramis brama orientalis</i> (Berg, 1949) – восточный лещ	Ч	-	+	+	+	-	+
9	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846) – амурский чебачок	Ч	+	+	+	+	-	+
10	<i>Abbottina rivularis</i> (Basilewsky, 1855) – речная абботина	Ч	-	-	+	+	+	+
11	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844) – белый амур	Ч	-	+	-	-	-	-
12	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) – белый толстолобик	Ч	-	+	-	-	-	-
Семейство Balitoridae – балиторовые								
13	<i>Triplophysa strauchii</i> (Kessler, 1874) – пятнистый губач	А	+	+	+	+	+	+
14	<i>Triplophysa stoliczkai</i> (Steindachner, 1866) – тибетский голец	А	+	+	+	+	+	-
15	<i>Triplophysa dorsalis</i> (Kessler, 1872) – серый голец	А	-	-	+	-	+	+
16	<i>Triplophysa labiata</i> (Kessler, 1874) – одноцветный губач	А	+	+	+	+	-	+
17	<i>Triplophysa sewerzowii</i> (G. Nikolsky, 1938) – голец Северцова	А	-	+	+	-	-	+
18	<i>Lefua costata</i> (Kessler, 1876) – лефуа	Ч	-	-	-	-	+	+
Семейство Percidae – окуневые								
19	<i>Perca schrenkii</i> Kessler, 1874 – балхашский окунь	А	-	+	+	+	-	+
20	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный судак	Ч	-	+	+	+	-	+
Семейство Gobiidae – бычковые								
21	<i>Rhinogobius similis</i> (Gill, 1859) – амурский бычок	Ч	-	+	+	+	+	-
Семейство Eleotrididae – Головешковые								
22	<i>Micropercops cinctus</i> (Dabry de Thiersant, 1872) – китайский элеотрис	Ч	-	+	+	+	-	+
Семейство Oryziatidae – Оризиевые								
23	<i>Oryzias latipes</i> (Temminck et Schlegel, 1846) – медака	Ч	-	-	+	+	+	+
Количество видов рыб			9	17	18	16	11	17
Примечание: «А» – аборигенный вид, «Ч» – чужеродный вид, «+» – вид встречается в уловах, «-» – вид отсутствует в уловах.								

Река Каракол. По сравнению с данными 1993 г. [23] в ихтиофауне отсутствовали балхашская маринка, сазан и серебряный карась. В конце прошлого века балхашская маринка и голый осман были наиболее часто встречающимися видами в р. Каракол. В результате улова возле с. Таскескен (546 мБС) в июле 2021 г. ихтиофауна р. Каракол представлена 6 видами рыб, относящихся к двум семействам. Также, в уловах было обнаружено гибридные формы одноцветного и тибетского голецов. Среди выловленных рыбок голяян был в многочисленным, доминантным видом, составляющий основу рыбного населения. Его доля в общем улове составила 70%.

При обследовании местности, наблюдалось перегораживание временными земляными плотинами для нужд орошения. Такая гидрологическая ситуация приводит к нарушению сезонных миграции некоторых видов, таких как сазана и карася. Из-за таких преград, они не могут подняться вверх по реке по ее руслу и остаются на лиманах.

Река Уржар. По сравнению с 2000-2001 гг. [23] видовой состав ихтиофауны р. Уржар претерпел серьезные изменения. Из 17 видов остались только 4 вида рыб. Не были обнаружены голяян, одноцветный губач, тибетский голец, балхашский окунь, белый амур, белый толстолобик, сазан, серебряный карась, лещ, амурский чебачок, судак, элеотрис и амурский бычок.

В июле 2020-2021 гг. одним и том же участке (431 мБС) реки видовой состав рыб состоял только из аборигенных видов: голый осман, балхашская маринка, пятнистый губач и голец Северцова. Численность этих видов по годам колебалась: в 2020 г. доминировал голый осман (60%), а в 2021 г. его заменил пятнистый губач (50.8%).

Река Катынсу. По сравнению с 2002 г. [23] видовой состав ихтиофауны р. Катынсу сократился от 18 до 7 видов. Остались только аборигенные виды, кроме балхашского окуня. Все остальные чужеродные виды, входившие ранее в состав ихтиофауны, такие как сазан, серебряный карась, лещ, абботина, амурский чебачок, судак, элеотрис, амурский бычок и медака в уловах отсутствовали.

Результаты исследования 2020-2021 гг. в р. Катынсу (467 мБС) показали, что данным участ-

ке реки по численности доминировал голый осман и по состоянию 2021 г. в процентном соотношении составило 67%. Балхашский голяян и пятнистый губач составили в группу субдоминантов.

Река Емель. В целом в период 1997-2021 гг. в р. Емель было обнаружено пребывание 25 видов рыб. В разные годы исследования состав ихтиофауны значительно менялся. Если сравнить данные 1997-2002, 2015 и 2018 гг., [23, 24, 25] с результатами 2020-2021 гг., то большинство аборигенных видов (балхашская маринка, голый осман, голяны, пятнистый губач, тибетский голец, серый голец и балхашский окунь) исчезли в уловах.

Кроме того, в 2015 г. в реке Емель появился новый чужеродный вид – восьмиусый голец *Lefua costata* (Kessler, 1876), ранее не встречавшийся не только в Алакольском бассейне, но и в водоемах Казахстана.

По данным сборов в июле 2020 и 2021 гг. в среднем течении р. Емель (367 мБС) ихтиофауна состояла из 9 видов рыб, относящихся к 3 семействам. Из них два (одноцветный губач и голец Северцова) являются представителями аборигенной фауны, два вида (карась и сазан) – акклиматизантами, остальные 5 видов – случайными вселенцами. Среди них был обнаружен инвазийный вид – белый амурский лещ *Parabramis pekinensis* (Basilewsky, 1855). Данный вид в р. Емель впервые был отмечен в 2006-2007 гг. Н.Ш. Мамиловым [37]. Также, в ходе наших исследований в 2021 г в р. Емель был найден вид, который раньше ни разу не был отмечен в Алакольском бассейне, – пескарь *Gobio sp.*

В р. Емель в 2020-2021 гг. чужеродные виды преобладают. Как показывают цифры, что в 2020 г. доля амурского чебачка в реке составила 52.63%, а на следующий год его доля снизилась почти на 2 раза. Можно предположить, что это связано с появлением пескаря, так как его доля в уловах составила 1/3 часть. Численность речной абботины за два года наблюдения оставалась стабильной – на уровне около 30% (таблица 3).

Показатели разнообразия и равномерности распределения сообщества рыб по Симпсону и Шеннону исследованных рек южного склона хребта Тарбагатай представлены в таблице 4.

Таблица 3 – Видовой состав и распределение рыб по рекам южного склона хребта Тарбагатай, 2020-2021 гг.

Вид	р. Каракол	р. Уржар		р. Катынсу		р. Емель	
	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
аборигенные							
Балхашская маринка	-	26.67	23.88	4.04	18.75	-	-
Голый осман	1.78	60.0	25.37	22.22	66.97	-	-
Балхашский голян	-	-	-	48.48	2.68	-	-
Обыкновенный голян	69.82	-	-	-	-	-	-
Пятнистый губач	12.43	12.22	50.75	20.20	8.03	-	-
Тибетский голец	5.92	-	-	3.03	-	-	-
Одноцветный губач	0.59	-	-	2.02	-	-	0.85
Гонец Северцева	-	1.11	-	-	3.57	10.53	0.85
чужеродные							
Амурский чебачок	9.47	-	-	-	-	52.63	24.79
Серебряный карась	-	-	-	-	-	2.11	2.56
Сазан	-	-	-	-	-	2.11	11.97
Речная абботина	-	-	-	-	-	29.46	30.77
Амурский бычок	-	-	-	-	-	1.05	0.85
Белый амурский лещ	-	-	-	-	-	2.11	0.85
Пескарь sp.	-	-	-	-	-	-	26.5
Количество рыб, n	169	90	67	99	112	95	117

Таблица 4 – Показатели разнообразия сообщества рыб по рекам Тарбагатай в 2021 г.

Показатели	Каракол	Уржар	Катынсу	Емель
Отловлено рыб (n)	169	67	112	117
Видовое богатство (S)	6	3	5	9
Число аборигенных видов	5	3	5	2
Dominance D	0.5011	0.3695	0.4875	0.235
Simpson 1-D	0.4989	0.6305	0.5125	0.765
Shannon H	1.058	1.049	1.019	1.605
Evenness e ^H /S	0.48	0.9517	0.554	0.5533

Благодаря построенному кластерному анализу на основе литературных данных [23, 24, 25] за период 1993-2002 гг., 2015 г., 2018 г., и результатов собственной работы в 2020-2021 гг. состав ихтиофауны рек Тарбагатай разделялся на 2 группы и каждая из них на подгруппы. Здесь мы видим, что р. Емель отличается большим разнообразием и доминированием чужеродных видов и выделяется в отдельную группу как по данным

1997-2002 гг. [23], 2015 г. [24], так и результатам наших исследований. Результаты последних лет показали, что в реках Каракол, Уржар и Катынсу отсутствует большинство чужеродных видов, что также повлияло на их выделение отдельную группу (рис. 2).

Биологические показатели наиболее часто встречающихся видов рыб представлены в таблице 5.

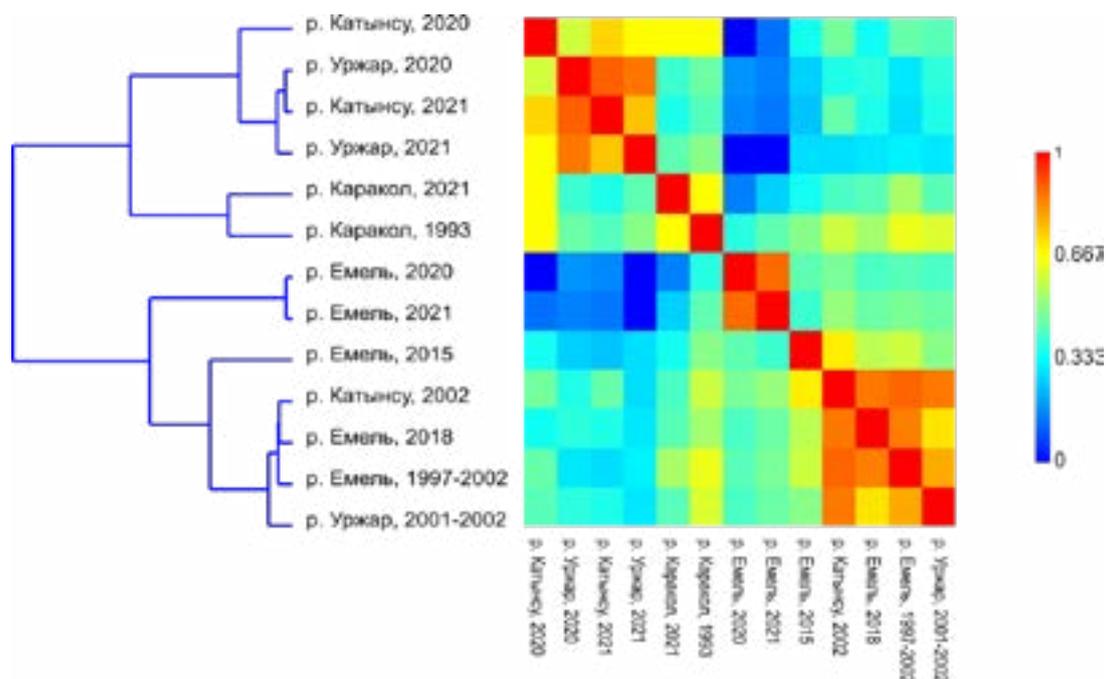


Рисунок 2 – Кластерный анализ сходства состава ихтиофауны рек южного склона хребта Тарбагатай (по индексу Серенсена)

Таблица 5 – Биологические показатели выборок разных видов рыб из рек Тарбагатай

Вид, число экземпляров	Водоем, дата	Биологические показатели	Статистические показатели			
			min	max	M	±s
Абботина <i>Abbottina rivularis</i> , n=29	р.Емель, 18 июля 2020 г.	L	24	64	38	8.99
		l	19	53	31	7.38
		Q	0.13	2.59	0.59	0.493
		Fulton	1.33	2.11	1.75	0.213
Сазан <i>Cyprinus carpio</i> , n=14	р.Емель, 21 июля 2021 г.	L	36	64	48	9.31
		l	28	52	38	7.80
		Q	0.76	3.74	1.86	1.055
		Fulton	2.66	3.53	3.08	0.295
Гольый осман <i>Gymnoditychus dybowskii</i> , n=22	р.Катынсу, 18 июля 2020 г.	L	38	89	53.36	13.93
		l	32	70	43.18	10.93
		Q	0.56	4.95	1.67	1.363
		Fulton	1.44	2.19	1.81	0.177
Гольый осман <i>Gymnoditychus dybowskii</i> , n=45	р.Катынсу, 21 июля 2021 г.	L	30	53	43.06	5.49
		l	24	42	34.44	4.65
		Q	0.27	1.53	0.79	0.327
		Fulton	0.97	2.24	1.85	0.211
Гольый осман <i>Gymnoditychus dybowskii</i> , n=53	р.Уржар, 18 июля 2020 г.	L	33	123	59.70	22.47
		l	28	100	48.85	18.34
		Q	0.33	18.52	2.84	3.380
		Fulton	1.34	1.93	1.63	0.132

Продолжение таблицы

Вид, число экземпляров	Водоем, дата	Биологические показатели	Статистические показатели			
			min	max	M	±s
Голый осман <i>Gymnodiptychus dybowskii</i> , n=18	р. Уржар, 21 июля 2021 г.	L	28	111	62	28.35
		l	23	90	50	23.17
		Q	0.22	13.80	3.84	4.009
		Fulton	1.41	2.07	1.85	0.147
Пятнистый губач <i>Triplophysa strauchi</i> , n=21	р. Каракол, 22 июля 2021 г.	L	30	85	49	19.69
		l	25	71	41	16.39
		Q	0.24	5.47	1.48	1.797
		Fulton	1.13	1.71	1.45	0.157

Речная абботина встречался только в р. Емель, где была многочисленной. Абсолютная длина выловленных особей колебалась от 24 до 64 мм, в среднем составила 38 мм. Наибольшие длина и масса отловленной нами рыбы из р. Емель меньше максимального размера, известного для Балхашского бассейна [38] и естественного ареала [39]. Все биологические параметры абботины соответствовал с показателями Балхашского бассейна [38].

Размерные показатели молоди сазана из р. Емель находятся в известных для водоемов юго-востока Казахстана пределах варьирования [40].

Биологические показатели голого османа из рек Уржар и Катынсу были схожи с ранее установленными значениями [23, 41].

Пятнистый губач в наших сборах представлен во всех реках, кроме р. Емель. Размерно-весовые показатели исследованных выборок рек Уржар и Каракол оказались больше, чем у р. Катынсу. Максимальные значения биологических показателей губача из р. Каракол были следующими: L=85, l=71, Q=5.47, F=1.71. При этом упитанность по Фултону оказалась больше, чем ранее было известно для этого бассейна [32].

Состав ихтиофауны рек и ручьев зависит от многочисленных абиотических факторов. Нарушение естественно-исторического состояния структуры ихтиоценозов происходит от следующих факторов, таких как изменение климата, проникновение в водные экосистемы новых видов рыб, расселение околоводных птиц и зверей, изменение гидрологического и гидрохимического режимов, регулирование русел рек и т. д. [42, 43, 44]. Размер водотоков определяет видовое разнообразие и численность рыб в нерестилищах, а также сбалансированность структуры сообществ молоди и взрослых рыб [45].

Исследованные реки южного макросклона хребта Тарбагатай не являются крупными. Сельскохозяйственная деятельность в их бассейнах в настоящее время ведется во многом без учета экологических требований: не определен минимальный объем воды для поддержания естественного биологического разнообразия гидробионтов, не было обнаружено рыбозащитных заграждений при отборе воды на орошение, в поймах рек имеются свалки бытового мусора, навоза, погибший домашний скот, строительные остатки. Значительное влияние на размер речного стока оказали климатические условия – маловодный 2020 и засушливый 2021 годы. В целом это привело к значительному обеднению разнообразия ихтиофауны в реках южного склона хребта Тарбагатай.

Заключение

Видовой состав ихтиофауны рек Каракол, Уржар, Катынсу и Емель в 2020-2021 гг. насчитывал от 4 до 9 видов. Было установлено существование 15 видов рыб: аборигенные балхашская маринка, голый осман, балхашский голянь, обыкновенный голянь, пятнистый губач, тибетский голец, одноцветный губач, голец Северцова и чужеродные серебряный карась, сазан, амурский чебачок, речная абботина, белый амурский лещ, пескарь, и амурский бычок), относящихся к трем семействам, при этом основа списка – представители отряда карпообразных. Река Емель населена преимущественно чужеродными видами рыб, в остальных аборигенные виды играют ведущую роль. Исследованные реки различаются как по составу ихтиофауны и соответственно экологической структуре сообществ, так и по размерно-весовым показателям доминирующих видов.

Литература

- 1 Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z.I., Knowler D.J., Lervêque C., Naiman R.J., Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stiassny Melonie L.J., Sullivan, C.A. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges //Biological reviews. – 2006. – Т. 81. – №. 2. – С. 163-182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- 2 Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Martin Sykes, Walker B.H., Walker M., Wall D.H. Global biodiversity scenarios for the year 2100 //Science. – 2000. – Т. 287. – №. 5459. – С. 1770-1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770> PMID: 10710299
- 3 WWF. Living Planet Report 2016: Risk and Resilience in a New Era. WWF International; 2016.
- 4 Reid A.J., Carlson A.K., Creed I.F., Eliason E.J., Gell P.A., Johnson P.T.J., Kidd K.A., MacCormack T.J., Olden D.J., Ormerod S.J., Smol J.P., Taylor W.W., Tockner K., Vermaire J.C., Dudgeon D., Cooke S.J. //Biological Reviews. – 2019. – Т. 94. – №. 3. – С. 849-873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480> PMID: 30467930
- 5 Pyšek P., Richardson D. M. Invasive species, environmental change and management, and health //Annual review of environment and resources. – 2010. – Т. 35. – С. 25-55. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-033009-095548>
- 6 Butorac D., Santos P., Phouvin P., Guegan F. Freshwater fisheries conservation can increase biodiversity //Plos one. – 2020. – Т. 15. – №. 5. – С. e0233775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233775>
- 7 Pueppke S. G., Nurtazin S., Ou W. Water and land as shared resources for agriculture and aquaculture: insights from Asia //Water. – 2020. – Т. 12. – №. 10. – С. 2787. <https://doi.org/10.3390/w12102787>
- 8 Мамилов Н. Ш., Балабиева Г. К., Митрофанов И. В. Проблемы сохранения аборигенной ихтиофауны Или-Балхашского бассейна //Вестн. Казах. нац. ун-та им. аль-Фараби. Сер. экологическая. – 2012. – №. 1. – С. 37-42.
- 9 Abuduwaili J., Issanova G., Saparov G. Water resources in Kazakhstan //Hydrology and Limnology of Central Asia. – Springer, Singapore, 2019. – С. 11-46. DOI: 10.1007/978-981-13-0929-8_2
- 10 Alimbaev T., Omarova B., Tuleubayeva S., Kamzayev B., Aipov N., Mazhitova Zh. Ecological problems of water resources in Kazakhstan //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 244. – С. 01004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124401004>
- 11 Ruesink J. L. Global analysis of factors affecting the outcome of freshwater fish introductions //Conservation Biology. – 2005. – Т. 19. – №. 6. – С. 1883-1893.
- 12 Ward J. V., Tockner K., Schiemer F. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity1 //River Research and Applications. – 1999. – Т. 15. – №. 1-3. – С. 125-139.
- 13 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.
- 14 Митрофанов В.П. Формирование современной ихтиофауны Казахстана и ихтиогеографическое районирование // Рыбы Казахстана, Алма-Ата: Наука, 1986. Т.1. С. 20-40.
- 15 Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. Видовой состав ихтиофауны Казахстана (с круглоротыми) и ее распределение по водоемам по состоянию на 1986-1990 гг. //Рыбы Казахстана – Алма-Ата: Гылым. 1992. – Т.5.- С.414-418.
- 16 Елшибекова А.М., Данык Е.К., Дукравец Г.М., Жаркенов Д.К. К истории формирования и освоения ихтиофауны бассейна Алакольских озер //Selevinia – 2015. – Т.23. – С.235-240.
- 17 Мукаев Ж.Т. Геоэкологическая оценка территориально-рекреационных систем бассейна озера Алаколь. Дисс. на соискание уч. Степени доктора философии (PhD). – Астана. – 2015. – 171 с.
- 18 АТАМЕКЕН: Географиялық энциклопедия. / Бас ред. Б.Ө.Жақып. – Алматы: «Қазақ энциклопедиясы», 2011. – 648 бет.
- 19 Тимирханов С.Р., Галушак С.С., Фех В.Ф. Ихтиофауна и перспективы рыбохозяйственного использования р. Хатынсу //Экосистемы водоемов Казахстана и их рыбные ресурсы. Алматы: НИЦ «Бастау», 1997. С. 96-103.
- 20 Аветисян Р.М., Рамазанова С.С. Оценка уровня флуктуирующей асимметрии серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch) двух районов нижнего течения р.Урджар бассейна оз. Алаколь //Вестник КазГУ. Серия биологическая.- Алматы, КазГУ.- 1999, № 8. – С. 82-84.
- 21 Тимирханов С.Р., Соколовский В.Р. Роль р. Эмель в формировании ихтиофауны оз. Алаколь //Известия МОН РК, НАН РК. Серия биол. и мед., 2000. №1. С.6-11.
- 22 Тимирханов С.Р., Галушак С.С. Ихтиофауна и рыбохозяйственное значение верхнего и среднего течения р. Урджар (бассейн оз. Алаколь) и ее ирригационной сети. Сообщение I. Состав и распределение ихтиофауны //Известия МОН РК, НАН РК. Серия биол. и мед., 2000. №2. С.9-17.
- 23 Тимирханов С.Р., Аветисян Р.М. Ихтиофауна рек Тарбагатай (Алакольский бассейн) //Труды Алакольского заповедника. – Алматы: Мектеп, 2004. – С.326-334
- 24 Мамилов Н.Ш., Данык Е.К., Сансызбаев Е.М. Восьмиусый голец — новый чужеродный вид в ихтиофауне Казахстана //Зоологический ежегодник Казахстана и Центральной Азии. Selevinia, 2015. Т. 23. С. 133–135.
- 25 Данык Е.К., Сансызбаев Е.М. Современный видовой состав ихтиофауны трансграничной р. Эмель //Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем. – 2018. – С. 140-143.
- 26 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
- 27 Прокофьев А.М. Гольцы подсемейства *Nemachelinae* мировой фауны – Ярославль: Филигрань, 2017. – 315 с.

- 28 Denys G.P.J., Dettai A., Persat H., Daszkiewicz P., Hautecoeur M., Keith P. Revision of Phoxinus in France with the description of two new species (Teleostei, Leuciscidae) //Cybium: Revue Internationale d'Ichtyologie. – 2020. – Т. 44. – №. 3. – С. 205-237. <https://doi.org/10.26028/cybium/2020-443-003>
- 29 Palanda čič A., Bravni čar J., Zupan čič P., Šanda R., Snoj A. Molecular data suggest a multispecies complex of Phoxinus (Cyprinidae) in the Western Balkan Peninsula //Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2015. – Т. 92. – С. 118-123. DOI: 10.1016/j.ympev.2015.05.024;
- 30 Palanda čič A., Naseka A., Ramler D. & Ahnelt H., 2017. – Contrasting morphology with molecular data: an approach to revision of species complexes based on the example of European Phoxinus (Cyprinidae). //BMC evolutionary biology. – 2017. – Т. 17. – №. 1. – С. 1-17. DOI: 10.1186/s12862-017-1032-x.
- 31 Берг Л. С. Род Phoxinus AGASSIZ. – гольяны. // Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1949. – Изд. 4. Ч. 2. – С. 571-592.
- 32 Митрофанов В.П. Род Noemacheilus Van Hasselt, 1823 – Голец //Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1989. – Т.4. – С.6-60.
- 33 Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
- 34 Hammer Ø. et al. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis //Palaeontologia electronica. – 2001. – Т. 4. – №. 1. – С. 9.
- 35 Sorenson T.A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content //K Dan Vidensk Selsk Biol Skr. – 1948. – Т. 5. – С. 1-34.
- 36 QGIS Development Team, 2016. QGIS 3.18.1. Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project: <http://qgis.osgeo.org>
- 37 Мамилов Н.Ш. Разнообразие ихтиофауны малых водоемов Балхашского бассейна // Вестник КазГУ. Серия биологическая. – 2011. – №. 3. – С. 78.
- 38 Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. М.: АН СССР, 1956. 552 с.
- 39 Мельников В.А. Род Pseudogobio Bleeker, 1860 – Лжелескарь //Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1992. – Т.5. – С.169-177.
- 40 Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. Род Cyrinus Linne, 1758 – Сазан //Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. – Т.3. – С.231-279.
- 41 Сидорова А.Ф., Тимирханов С.Р. Род Diptychus Steindachner, 1866 – Осман //Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. – Т.3. – С.84-105.
- 42 Терещенко В. Г. Динамика биологического разнообразия рыбного населения озер при различных антропогенных воздействиях //Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России /Под ред. д-ра биол. наук ВГ Папченкова; ИБВВ.-Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2002.-с.154-173.
- 43 Brysiewicz A., Czerniejewski P., Bonisławska M. Effect of Diverse Abiotic Conditions on the Structure and Biodiversity of Ichthyofauna in Small, Natural Water Bodies Located on Agricultural Lands //Water. – 2020. – Т. 12. – №. 10. – С. 2674. <https://doi.org/10.3390/w12102674>
- 44 Pacey C. A., Marsh P. C. Resource use by native and non-native fishes of the Lower Colorado River: literature review, summary, and assessment of relative roles of biotic and abiotic factors in management of an imperiled indigenous ichthyofauna //Final Report submitted to Bureau of Reclamation, Lower Colorado Region, Boulder City, Nevada. Arizona State University, Department of Biology, Tempe. – 1998. – Т. 59.
- 45 Higgins, J.V., Bryer, M.T., Khoury, M.L., Fitzhugh, T.W. A freshwater classification approach for biodiversity conservation planning //Conservation Biology. – 2005. – Т. 19. – №. 2. – С. 432-445.

References

- 1 Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z.I., Knowler D.J., Lervêque C., Naiman R.J., Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stiassny Melonie L.J., Sullivan, C.A. «Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges.» Biological reviews Vol. 81.2 (2006): 163-182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- 2 Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Martin Sykes, Walker B.H., Walker M., Wall D.H. «Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100.» Science. Vol. 287.5459 (2000): 1770-1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770> PMID: 10710299
- 3 WWF. Living Planet Report 2016: «Risk and Resilience in a New Era.» WWF International; (2016).
- 4 Reid A.J., Carlson A.K., Creed I.F., Eliason E.J., Gell P.A., Johnson P.T.J., Kidd K.A., MacCormack T.J., Olden D.J., Ormerod S.J., Smol J.P., Taylor W.W., Tockner K., Vermaire J.C., Dudgeon D., Cooke S.J. «Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity.» Biological Reviews. Vol. 94.3 (2019): 849-873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480> PMID: 30467930
- 5 Pyšek P., Richardson D. M. «Invasive species, environmental change and management, and health» Annual review of environment and resources. Vol. 35 (2010): 25-55. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-033009-095548>
- 6 Butorac D., Santos P., Phouvin P., Guegan F. «Freshwater fisheries conservation can increase biodiversity.» Plos one 15.5 (2020): e0233775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233775>
- 7 Pueppke S. G., Nurtazin S., Ou W. «Water and land as shared resources for agriculture and aquaculture: insights from Asia.» Water. Vol. 12.10 (2020): 2787. <https://doi.org/10.3390/w12102787>

- 8 Mamilov N. Sh., Balabieva G. K., Mitrofanov I. V. «Problemy sohraneniya aborigennoj ihtiofauny Ili-Balhashskogo bassejna [Problems of conservation of the native ichthyofauna of the Ili-Balkhash basin]» Vestn. Kazah. nac. un-ta im. al'-Farabi. Ser. jekologicheskaja. Vol. 1 (2012): 37-42. – (In Russian)
- 9 Abuduwaili J., Issanova G., Saparov G. Water resources in Kazakhstan «Hydrology and Limnology of Central Asia.» Springer, Singapore, 2019. 11-46. DOI: 10.1007/978-981-13-0929-8_2
- 10 Alimbaev T., Omarova B., Tuleubayeva S., Kamzayev B., Aipov N., Mazhitova Zh. «Ecological problems of water resources in Kazakhstan» E3S Web of Conferences. Vol. 244. EDP Sciences, 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124401004>
- 11 Ruesink J. L. «Global analysis of factors affecting the outcome of freshwater fish introductions» Conservation Biology. Vol. 19.6 (2005): 1883-1893.
- 12 Ward J. V., Tockner K., Schiemer F. «Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity1» River Research and Applications. Vol.15.1-3 (1999): 125-139.
- 13 Nekrashevich N.G. «Materialy po ihtologii Alakol'skih ozjor [Materials on the ichthyology of the Alakol lakes]» Alakol'skaja vpadina i ejo ozjora. Voprosy geografii Kazahstana. Alma-Ata: Nauka, (1965): 236-268. – (In Russian)
- 14 Mitrofanov V.P. «Formirovanie sovremennoj ihtiofauny Kazahstana i ihtiogeograficheskoe rajonirovanie [Formation of modern ichthyofauna of Kazakhstan and ichthyogeographic zoning]» Ryby Kazahstana, Alma-Ata: Nauka. Vol. 1 (1986): 20-40. – (In Russian)
- 15 Dukravec G.M., Mitrofanov V.P. «Vidovoj sostav ihtiofauny Kazahstana (s kruglorotymi) i ee raspredelenie po vodoemam po sostojaniju na 1986-1990 gg. [The species composition of the ichthyofauna of Kazakhstan (with cyclostomes) and its distribution by water bodies as of 1986-1990.]» Ryby Kazahstana – Alma-Ata: Gylym. Vol. 5 (1992): 414-418. – (In Russian)
- 16 Elshibekova A.M., Dan'ko E.K., Dukravec G.M., Zharkenov D.K. «K istorii formirovanija i osvoenija ihtiofauny bassejna Alakol'skih ozer [On the history of the formation and development of the ichthyofauna of the Alakol lakes basin]» Selevinia. Vol. 23 (2015): 235-240. – (In Russian)
- 17 Mukaev Zh.T. «Geojekologicheskaja ocenka territorial'no-rekreacionnyh sistem bassejna ozera Alakol' [Geoecological assessment of territorial and recreational systems of the Alakol lake basin.]». Diss. na soiskanie uch. Stepeni doktora filosofii (PhD). Astana, 2015. – (In Russian)
- 18 ATAMEKEN: «Geografijalyq jenciklopedija [Geographic Encyclopedia.]» / Bas red. B.O.Zhaqyp. – Almaty: «Qazaq jenciklopedijasy», 2011. – (In Kazakh)
- 19 Timirhanov S.R., Galushhak S.S., Feh V.F. «Ihtiofauna i perspektivy rybohozjajstvennogo ispol'zovaniya r. Hatynsu [Ichthyofauna and prospects for the fishery use of the Khatynsu River]» Jekosistemy vodoemov Kazahstana i ih rybnye resursy. Almaty: NIC Bastau, (1997): 96-103. – (In Russian)
- 20 Avetisjan R.M., Ramazanova S.S. «Ocenka urovnja fluktuirujushhej asimmetrii serebrjanogo karasja (Carassius auratus gibelio Bloch) dvuh rajonov nizhnego techenija r.Urdzhar bassejna oz. Alakol' [Estimation of the level of fluctuating asymmetry of goldfish (Carassius auratus gibelio Bloch) in two regions of the lower reaches of the Urdzhar River in the Alakol Lake basin]» Vestnik KazGU. Serija biologicheskaja.- Almaty, KazGU. No 8. (1999): 82-84. – (In Russian)
- 21 Timirhanov S.R., Sokolovskij V.R. «Rol' r. Jemel' v formirovanii ihtiofauny oz. Alakol' [The role of the Emel River in the formation of the ichthyofauna of Lake Alakol]» Izvestija MON RK, NAN RK. Serija biol. i med. No 1. (2000): 6-11. – (In Russian)
- 22 Timirhanov S.R., Galushhak S.S. «Ihtiofauna i rybohozjajstvennoe znachenie verhnego i srednego techenija r. Urdzhar (bassejn oz. Alakol') i ee irrigacionnoj seti. Soobshhenie I. Sostav i raspredelenie ihtiofauny [Ichthyofauna and fishery significance of the upper and middle reaches of the Urdzhar River (Alakol basin) and its irrigation network. Message I. Composition and distribution of ichthyofauna]»// Izvestija MON RK, NAN RK. Serija biol. i med. No.2 (2000): 9-17. – (In Russian)
- 23 Timirhanov S.R., Avetisjan R.M. «Ihtiofauna rek Tarbagataja (Alakol'skij bassejn) [Ichthyofauna of the Tarbagatai rivers (Alakol basin)]» Trudy Alakol'skogo zapovednika. Almaty: Mektep, (2004): 326-334. – (In Russian)
- 24 Mamilov N.Sh., Dan'ko E.K., Sansyzbaev E.M. «Vos'miusyj golec — novyj chuzherodnyj vid v ihtiofaune Kazahstana [Eightbarbel loach – a new alien species in the ichthyofauna of Kazakhstan]» Zoologicheskij ezhegodnik Kazahstana i Central'noj Azii. Selevinia, Vol. 23 (2015): 133–135. – (In Russian)
- 25 Dan'ko E.K., Sansyzbaev E.M. «Sovremennij vidovoj sostav ihtiofauny transgranichnoj r. Jemel' [Modern species composition of the ichthyofauna of the transboundary Emel River]» //Aktual'nye voprosy rybolovstva, rybovodstva (akvakul'tury) i jekologicheskogo monitoringa vodnyh jekosistem. (2018): 140-143. – (In Russian)
- 26 Pravdin I.F. «Rukovodstvo po izucheniju ryb [Fish Study Guide.]» – M.: Pishhevaja promyshlennost', 1966.
- 27 Prokof'ev A.M. «Gol'cy podsemejstva Nemachelinae mirovoj fauny [Loaches of the subfamily Nemachelinae of the world fauna]» Jaroslavl': Filigran', 2017. – (In Russian)
- 28 Denys G.P.J., Dettai A., Persat H., Daszkiewicz P., Hautecoeur M., Keith P. «Revision of Phoxinus in France with the description of two new species (Teleostei, Leuciscidae)» Cybium. Vol. 44.3 (2020): 205-237. <https://doi.org/10.26028/cybium/2020-443-003>
- 29 Palanda čič A., Bravni čar J., Zupan čič P., Šanda R., Snoj A. «Molecular data suggest a multispecies complex of Phoxinus (Cyprinidae) in the Western Balkan Peninsula» Molecular Phylogenetics and Evolution. Vol. 92 (2015): 118-123. DOI: 10.1016/j.ympev.2015.05.024;
- 30 Palanda čič A., Naseka A., Ramler D. & Ahnelt H. «Contrasting morphology with molecular data: an approach to revision of species complexes based on the example of European Phoxinus (Cyprinidae.)» BMC evolutionary biology 17.1 (2017): 1-17. DOI: 10.1186/s12862-017-1032-x.
- 31 Berg L. S. «Rod Phoxinus AGASSIZ. – gol'jany [Genus of minnow]» Ryby presnyh vod SSSR i sopredel'nyh stran». M.; L.: Izd-vo AN SSSR. Ed. 4. Ch. 2 (1949): 571-592. – (In Russian)

- 32 Mitrofanov V.P. «Rod *Noemacheilus* Van Hasselt, 1823 – Golec [Genus of loaches]» //Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka. Vol. 4 (1989): 6-60. – (In Russian)
- 33 Lakin G.F. Biometrija [Biometrics] – M.: Vysshaja shkola, 1990.
- 34 Hammer Ø. et al. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis //Palaeontologia electronica. (2001): 9.
- 35 Sorenson T. «A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content» K Dan Vidensk Selsk Biol Skr. Vol. 5 (1948): 1-34.
- 36 QGIS Development Team, 2016. QGIS 3.18.1. Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project: <http://qgis.osgeo.org>
- 37 Mamilov N.Sh. «Raznoobrazie ihtiofauny malyh vodoemov Balhashskogo bassejna [Diversity of the ichthyofauna of small water bodies of the Balkhash basin]» Vestnik KazGU. Serija biologicheskaja. Vol.3 (2011): 78. – (In Russian)
- 38 Nikol'skij G.V. «Ryby bassejna Amura [Fish of the Amur basin].» M.: AN SSSR, 1956. – (In Russian)
- 39 Mel'nikov V.A. «Rod *Pseudogobio* Bleeker, 1860 – Lzhepeskar' [Genus of false gudgeon]» Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka. Vol. 5 (1992): 69-177. – (In Russian)
- 40 Mitrofanov V.P., Dukravec G.M. «Rod *Cypinus* Linne, 1758 – Sazan [Genus of carp]» Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka. Vol. 3 (1988): 231-279.- (In Russian)
- 41 Sidorova A.F., Timirhanov S.R. «Rod *Diptychus* Steindachner, 1866 – Osman [Genus of osman] » Ryby Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka. Vol. 3 (1988): 84-105. – (In Russian)
- 42 Tereshhenko V. G. «Dinamika biologicheskogo raznoobrazija rybnogo naselenija ozer pri razlichnyh antropogennyh vozdeystvijah [Dynamics of the biological diversity of the fish population of lakes under various anthropogenic impacts]» Dinamika raznoobrazija gidrobiontov vo vnutrennih vodoemah Rossii. 2002. 154-173. – (In Russian)
- 43 Brysiewicz A., Czerniejewski P., Bonisławska M. «Effect of Diverse Abiotic Conditions on the Structure and Biodiversity of Ichthyofauna in Small, Natural Water Bodies Located on Agricultural Lands». Water. Vol. 12.10 (2020): 2674. <https://doi.org/10.3390/w12102674>
- 44 Pacey C. A., Marsh P. C. «Resource use by native and non-native fishes of the Lower Colorado River: literature review, summary, and assessment of relative roles of biotic and abiotic factors in management of an imperiled indigenous ichthyofauna» Final Report submitted to Bureau of Reclamation, Lower Colorado Region, Boulder City, Nevada. Arizona State University, Department of Biology, Tempe 59 (1998).
- 45 Higgins, J.V., Bryer, M. T., Khoury, M. L., Fitzhugh, T. W. «A freshwater classification approach for biodiversity conservation planning» Conservation Biology. No 2. Vol. 19 (2005): 432-445.