

Г.С. Ибраева

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
e-mail: mira_75kz@mail.ru

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РЫБ В Р. КАРАШИК (БАССЕЙН Р. СЫРДАРЬИ)

Чужеродные виды стали широко распространенным и влиятельным фактором глобальных изменений окружающей среды, вызванных человеком. Водоемы Арало-Сырдарьинского бассейна испытывают повышенную антропогенную нагрузку в связи с изъятием больших объемов воды для орошения и ненамеренным вселением большого числа чужеродных видов рыб. Целью проведенного исследования являлось изучение разнообразия чужеродных видов рыб в р. Карашик. Данная река является единственным притоком с гор Каратау, который в многоводные годы может достигать р. Сырдарьи. На основании анализа фондовых материалов, собранных в 2007-2017 гг., и отбора проб с марта по октябрь 2022 г и в июне 2023 г. вблизи городов Туркестан и Кентау установлены изменения в составе чужеродных видов рыб. Большинство физико-химических показателей воды были на уровне, благоприятном для жизни всех видов пресноводных рыб. Однако во многих образцах отмечено повышенное содержание нитратов, указывающее на антропогенное загрязнение этой реки. Обнаружено 6 видов чужеродных рыб, не имеющих промысловой ценности: абботина *Abbottina rivularis*, горчак *Rhodeus ocellatus*, псевдорасбора *Pseudorasbora parva*, элеотрис *Hypseleotris cinctus*, китайский бычок *Rhinogobius cheni*, китайская медака *Oryzias sinensis*. Из них только псевдорасбора постоянно встречается в реке, разнообразие других чужеродных видов меняется по годам. Биологический анализ показал, что условия обитания позволяют чужеродным видам успешно воспроизводиться, но препятствуют достижению больших размеров, характерных для водоемов с благоприятными условиями обитания.

Ключевые слова: чужеродный, рыба, инвазия, экосистема, Сырдарьинский бассейн, индикатор.

G.S. Ibrayeva

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
e-mail: mira_75kz@mail.ru

Alien fish species in the Karashik river (Syrdarya basin)

Alien species have become a widespread and influential factor in global environmental changes caused by humans. Water bodies of the Aral-Syrdarya basin are experiencing an increased anthropogenic load due to the withdrawal of large volumes of water for irrigation, and the unintentional introduction of a large number of alien fish species. The purpose of the study was to study the diversity of alien fish species in the Karashik river. This river is the only tributary from the Karatau mountains, which in high-water years can reach Syrdarya. Based on the analysis of stock materials collected in 2007-2017 and sampling from March to October 2022 and in June 2023, changes in the composition of alien fish species were established near the cities of Turkestan and Kentau. Most of the physico-chemical parameters of the water were at a level favorable for the life of all freshwater fish species. However, in many samples, an increased content of nitrates was noted, indicating anthropogenic pollution of this river. 6 species of alien fish with no commercial value were found: Abbotina *Abbottina rivularis*, rosy bitterling *Rhodeus ocellatus*, topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva*, beautiful sleeper *Hypseleotris cinctus*, Chinese goby *Rhinogobius cheni*, Chinese rice-fish *Oryzias sinensis*. Of these, only the topmouth gudgeon was constantly found in the river, the diversity of other alien species varied over the years. Biological analysis has shown that habitat conditions allow the alien species to reproduce successfully, but prevent the achievement of bigger sizes, known for water bodies with favorable habitat conditions.

Key words: alien, fish, invasion, ecosystem, Syrdarya basin, indicator.

Г.С. Ибраева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
e-mail: mira_75kz@mail.ru

Қарашық өзеніндегі бөтен балықтардың түрлері (Сырдария өзенінің бассейні)

Бөтен балық түрлері адамдардың қолынан туындаған Жаһандық экологиялық өзгерістердің кең таралған және ықпалды факторына айналды. Арал-Сырдария бассейнінің су айдындары суару үшін үлкен көлемдегі судың алынуына және бөтен балық түрлерінің көбеюі арнайы емес отырғызылуына байланысты антропогендік жүктеменің жоғарылауына ұшырайды. Зерттеудің мақсаты Қарашық өзеніндегі бөтен балық түрлерінің алуан түрлілігін зерттеу болды. Бұл өзен Қаратау таулары ағысынан келетін, су мол жылдары Сырдария өзеніне жететін жалғыз сала болып табылады. 2007-2017 жылдары жинақталған қор материалдарын талдау және 2022 жылдың наурыздан қазанға дейін және 2023 жылдың маусым айында Түркістан және Кентау қалаларының маңында сынамаларды іріктеу негізінде бөгде балық түрлерінің құрамы өзгередіні анықталды. Судың физико-химиялық көрсеткіштерінің көпшілігі тұщы су балықтарының барлық түрлерінің тіршілік етуіне қолайлы деңгейде болды. Бірақ, көптеген сынамалар үлгілерінде осы өзеннің антропогендік ластануын көрсететін нитраттар шамасының жоғарылауы байқалды. Кәсіптік құндылығы жоқ бөтен балықтардың 6 түрі: абботина *Abbottina rivularis*, горчак *Rhodeus ocellatus*, псевдорасбора *Pseudorasbora parva*, элеотрис *Hypseleotris cinctus*, қытай бұзаубас балығы *Rhinogobius cheni*, қытай медакасы *Oryzias sinensis* бар екендігі айқындалды. Олардың ішінде тек псевдорасбора өзенде тұрақты кездесті, басқа да бөтен балықтар түрлердің әртүрлілігі жыл сайын өзгеріп отырды. Биологиялық талдау көрсеткендей, мекен ететін орта бөтен балықтар түрлерінің сәтті көбеюіне мүмкіндік береді, бірақ қолайлы тіршілік ету жағдайлары бар суқоймаларға тән олардың үлкен мөлшерге жетулеріне жол бермейді.

Түйін сөздер: бөтен, балық, инвазия, экокүйе, Сырдария бассейні, индикатор.

Введение

Пресноводные рыбы во всем мире сталкиваются с целым рядом угроз, связанных со строительством плотин, фрагментацией рек, загрязнением, чрезмерной эксплуатацией и взаимодействием с интродуцированными видами. Такое воздействие особенно распространено в густонаселенных странах, переживающих стремительное развитие, и его последствия наиболее сильно ощущаются там, где региональное разнообразие рыб велико [1,2].

Чужеродные виды стали широко распространенным и влиятельным компонентом вызванных человеком глобальных изменений окружающей среды. Чужеродные виды рыб оказывают значительное воздействие на экосистемы пресноводных водоемов всех континентов исключая Антарктиду [3-5]. Оценка экологических последствий вторжения представляет собой множество проблем, которые усугубляются в тех частях мира, где местная фауна плохо известна [6,7].

Река Сырдарья – одна из главных рек Центральной Азии. Первые фундаментальные работы по ихтиофауне реки Сырдарья были выполнены К.Ф. Кесслером в конце XIX века [8,9], затем углублены Л.С. Бергом [10] и Г.В. Никольским [11]. История изучения ихтиофауны бассейна

реки Сырдарья и расселения чужеродных видов рыб до конца прошлого столетия описана Г.М. Дукравцом и В.П. Митрофановым [12]. Острый экологический кризис произошел здесь в последней четверти XX века в результате нерационального использования воды [13,14]. В последнее десятилетие Правительство Республики Казахстан предпринимает ряд мер по смягчению экологической ситуации в регионе [15,16]. Поэтому фактическое современное состояние разнообразия ихтиофауны бассейна р. Сырдарья имеет большой научный и практический интерес [17].

Река Карашик берет свое начало на юго-западном склоне хребта Каратау, проходит через города Кентау и Туркестан и в многоводные годы впадает в р.Сырдарья. Изучению ихтиофауны этой реки было посвящено несколько публикаций [18-20].

Целью проведенной нами работы является изучение современного состояния реки и анализ изменений разнообразия чужеродных видов рыб.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили фондовые материалы кафедры биоразнообразия и биоресурсов, собранные в 2007-2017 гг. Изучение

современного состояния реки Карашик было проведено с марта по октябрь 2022 г и в июне 2023 г. вблизи городов Туркестан и Кентау (рисунок 1). Гидрохимические показатели изучались в основном на месте.

Отбор проб воды для гидрохимического анализа провели по стандартной методике [21]. Температура воды, pH и общая минерализация воды измерялись на месте с помощью прибора Combo PH&EC, степень мутности измерялась с помощью Microprocessor Turbidity meter Hi 93703

(Hanna Instruments). Цвет и запах воды определялись органолептически.

Для отлова рыб использовались мелкоячеистый бредень и рыболовные сачки различной конструкции с ячейей 3-5 мм. Рыбу фиксировали в формалине и дальнейшую обработку проводили в лаборатории. Таксономические названия рыб даны в соответствии с международными ихтиологическими базами данных [22]. Биологический анализ рыб проведен по традиционной схеме [23].

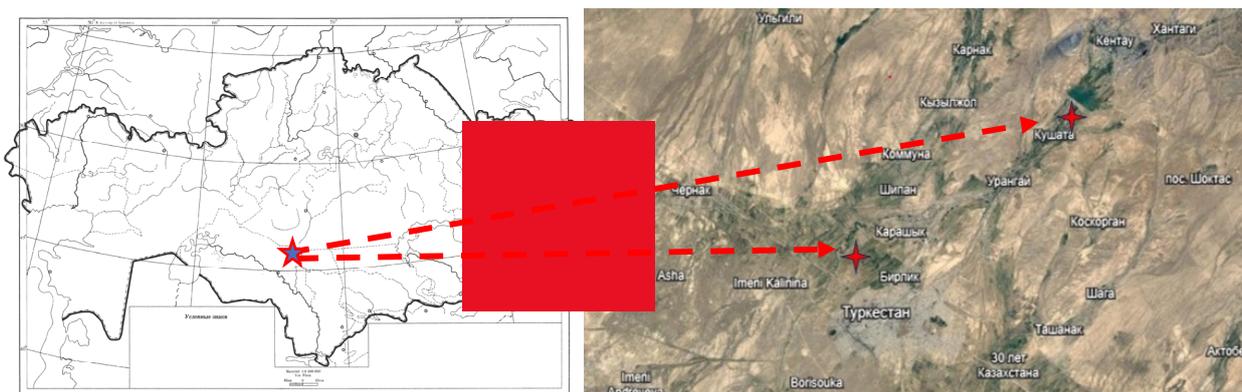


Рисунок 1 – Карта с указанием района исследований

Статистическую обработку данных проводили согласно руководствам Г.Ф. Лакина [24] и Press W.H. et al. [25], используя компьютерную программу Excel.

Результаты и обсуждение

На участке от г. Кентау до г. Туркестан река Карашик протекает в глинистом широком логу, где выпасается скот. Древесная растительность вдоль берегов деградирована и представлена преимущественно отдельно стоящими деревьями ивы и узколиственного лоха, кустарниковая – отдельными небольшими группами чингиля, тамарикса и шиповника. Ширина реки составляет 3-5 м с плёсами шириной до 20 м и глубиной более 1,7 м. Дно реки илистое, илисто-песчаное и песчано-галечниковое. Развита погруженная водная растительность (хара, роголистник, рдест курчавый, перистолистник). Физико-химические показатели воды за последние два года представлены в таблице 1.

Весной 2022 г. уровень воды в реках Карашик был достаточно полным, вода была прозрачная бесцветная, водородный показатель был

близок к нейтральному. Однако, ранней весной по сравнению с другими реками вода р. Карашик была близка к слабокислой среде и имела более высокий уровень мутности из-за почвенной эрозии, обусловленной близостью к городам и сельскохозяйственным угодьям. Весной и осенью вода в р. Карашик была близка к нейтральной, во всех остальных пробах вода была слабощелочной. Минерализация воды в р. Карашик сильно возросла летом 2022 г., но в 2023 г. оставалась на одном уровне. Резкое повышение минерализации без видимого сокращения стока указывает на наличие какого-то внешнего источника поступления солей в реку. Во всех пробах отмечено повышенное содержание нитратов, что не характерно для особо охраняемых территорий. Возможными источниками нитратов могут быть высокая концентрация крупных позвоночных животных (домашнего скота) и смыв удобрений с сельскохозяйственных полей, почвенная эрозия берегов, прямое поступление сточных вод и воздушный перенос из крупных населенных пунктов [26-28]. Таким образом, в настоящее время река испытывает значительное антропогенное воздействие.

Таблица 1 – Физико-химические показатели воды р. Карашик (2022-2023 гг.)

| Объект | г.Туркестан | | | | | | г.Кентау | | |
|------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | дата | 08.03.2022 | 09.05.2022 | 12.06.2022 | 29.09.2022 | 25.03.2023 | 21.06.2023 | 25.03.2023 | 22.06.2023 |
| показатели | t°C | 17.0 | 24.3 | 25.9 | 15.9 | 18.3 | 21.5 | 17.0 | 23.7 |
| | pH | 6.83 | 7.93 | 7.40 | 7.17 | 8.16 | 7.40 | 8.22 | 7.84 |
| | ppt | 0.640 | 0.240 | 0.660 | 0.680 | 0.591 | 0.694 | 0.221 | 0.211 |
| | FTU | 2.15 | 2.21 | 1.11 | 0.4 | 13.05 | 7.76 | 2.37 | 1.3 |
| | NH ₄ ⁺ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | NO ₃ ⁻ | 8.860 | 12.404 | 17.720 | 12.847 | 9.746 | 4.873 | 6.202 | 0 |

Примечание – «0» – содержание ниже разрешающей способности прибора ($8 \cdot 10^{-3}$ мг/л), ppt – общая минерализация (мг/л), FTU – мутность, NH₄⁺ – концентрация ионов аммония, NO₃⁻ – концентрация нитрат-ионов (мг/л)

Всего за время исследований в реке Карашик было обнаружено 6 видов чужеродных рыб, относящихся к 3 отрядам (табл. 2). Наибольшим числом видов представлен отряд карпообразные Cypriniformes: абботина *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855); горчак *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866); амурский чебачок, или псевдорасбора *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846). Отряд окунеобразных Perciformes представлен 2 видами: элеотрис *Hypseleotris cinctus* (Günther, 1873) из семейства Odontobutidae и китайский бычок

Rhinogobius cheni (Nichols, 1931) из семейства бычковых Gobiidae. Медака относится к отряду сарганообразных *Beloniformes*, семейству оризиевых *Oryziatidae*. Недавнее молекулярно-генетическое исследование интродуцированных в водоемы Казахстана и сопредельных стран популяций этого вида [29] показало единство происхождения и принадлежность к виду китайская медака *Oryzias sinensis* Chen, Uwa & Chu, 1989. Из перечисленных видов только амурский чебачок и абботина встречались в р.Карашик постоянно.

Таблица 2 – Встречаемость чужеродных видов рыб в р. Карашик в 2007-2023 гг.

| Виды рыб | г.Туркестан | | | | | | | | г.Кентау | | | |
|--|-------------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|------|------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2022 | 2023 | 2007 | 2015 | 2016 | 2017 |
| ОТРЯД КАРПООБРАЗНЫЕ CYPRINIFORMES, Семейство карповые Cyprinidae | | | | | | | | | | | | |
| Абботина (лжепескарь) <i>Abbottina rivularis</i> (Basilewsky, 1855) | 0 | 3 | 0 | 4 | 3 | 0 | 4 | 8 | 5 | 4 | 4 | 0 |
| Псевдорасбора <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846) | 15 | 5 | 1 | 14 | 38 | 3 | 22 | 18 | 8 | 0 | 22 | 0 |
| Глазчатый горчак <i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner, 1866) | 0 | 0 | 0 | 0 | 74 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ОТРЯД ОКУНЕОБРАЗНЫЕ PERCIFORMES | | | | | | | | | | | | |
| Элеотрис <i>Hypseleotris cinctus</i> (Günther, 1873) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| китайский бычок <i>Rhinogobius cheni</i> (Nichols, 1931) | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 28 | 1 | 2 | 0 | 28 | 0 |
| ОТРЯД САРГАНООБРАЗНЫЕ BELONIFORMES Семейство оризиевые Oryziatidae | | | | | | | | | | | | |
| Китайская медака <i>Oryzias sinensis</i> Chen, Uwa & Chu, 1989 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Постоянным представителем чужеродных рыб в р. Карашик является псевдорасбора, или амурский чебачок. Морфобиологические показатели выборок представлены в таблице 3. В 2014 году была отловлена лишь одна особь этого вида. Её абсолютная длина равнялась 38,8 мм, длина без

хвоста – 32,4, масса – 0,48 г, упитанность по Фультону – 1,41. Максимальный размер за весь период исследований оказался намного меньшего, известного для этого вида в водоемах Казахстана [30], что указывает на неблагоприятные для продолжительной жизни условия существования.

Таблица 3 – Морфобиологические показатели амурского чебачка

| Показатели | Годы | n | min | max | M | ±s | CV |
|------------|----------------|----|------|------|------|-------|--------|
| SL, мм | 2007 Кентау | 8 | 21.7 | 29.8 | 24.6 | 3.18 | 12.94 |
| | 2012 Туркестан | 15 | 23.7 | 32.0 | 26.4 | 2.53 | 9.59 |
| | 2013 Туркестан | 5 | 20.0 | 26.2 | 22.6 | 2.62 | 11.58 |
| | 2015 Туркестан | 14 | 21.0 | 46.0 | 34.6 | 8.24 | 23.82 |
| | 2016 Туркестан | 38 | 26.0 | 56.6 | 36.8 | 8.50 | 23.07 |
| | 2016 Кентау | 22 | 11.0 | 26.2 | 19.4 | 3.82 | 19.69 |
| | 2017 Туркестан | 3 | 22.2 | 40.5 | 31.7 | 9.17 | 28.93 |
| | 2022 Туркестан | 22 | 21.5 | 31.5 | 25.4 | 2.69 | 10.60 |
| | 2023 Туркестан | 18 | 22.6 | 45.8 | 27.2 | 6.06 | 22.29 |
| Q, г | 2007 Кентау | 8 | 0.18 | 0.46 | 0.27 | 0.119 | 43.61 |
| | 2012 Туркестан | 15 | 0.20 | 0.69 | 0.33 | 0.136 | 41.10 |
| | 2013 Туркестан | 5 | 0.14 | 0.37 | 0.24 | 0.095 | 40.02 |
| | 2015 Туркестан | 14 | 0.18 | 2.38 | 0.98 | 0.659 | 67.07 |
| | 2016 Туркестан | 38 | 0.34 | 3.97 | 1.13 | 0.861 | 76.22 |
| | 2016 Кентау | 22 | 0.01 | 0.37 | 0.15 | 0.093 | 63.76 |
| | 2017 Туркестан | 3 | 0.32 | 1.28 | 0.69 | 0.514 | 74.01 |
| | 2022 Туркестан | 22 | 0.18 | 0.61 | 0.30 | 0.118 | 39.12 |
| | 2023 Туркестан | 18 | 0.19 | 1.93 | 0.42 | 0.450 | 106.13 |
| Fullton | 2007 Кентау | 8 | 1.56 | 2.06 | 1.75 | 0.166 | 9.46 |
| | 2012 Туркестан | 15 | 1.34 | 2.11 | 1.72 | 0.204 | 11.85 |
| | 2013 Туркестан | 5 | 1.75 | 2.07 | 1.97 | 0.137 | 6.96 |
| | 2015 Туркестан | 14 | 0.99 | 2.70 | 2.07 | 0.434 | 20.99 |
| | 2016 Туркестан | 38 | 1.42 | 5.10 | 1.96 | 0.605 | 30.91 |
| | 2016 Кентау | 22 | 0.19 | 1.02 | 0.50 | 0.367 | 21.30 |
| | 2017 Туркестан | 3 | 1.41 | 2.94 | 2.09 | 0.779 | 37.23 |
| | 2022 Туркестан | 22 | 1.48 | 2.14 | 1.75 | 0.140 | 7.99 |
| | 2023 Туркестан | 18 | 1.45 | 2.03 | 1.74 | 0.165 | 9.49 |

Численность китайского бычка испытывает сильные межгодовые колебания. В 2017 и 2023 гг. было обнаружено только по одному экземпляру китайского бычка. Наиболее многочисленным

этот вид был в 2016 и 2022 годах (таблица 4). Размерно-весовые показатели также оказались значительно меньше максимально известных по литературным данным [31].

Таблица 4 – Морфобиологические показатели китайского бычка

| Показатели | Годы | n | min | max | M | ±s | CV |
|------------|----------------|----|------|------|-------|-------|-------|
| SL, мм | 2007 Кентау | 2 | 23.5 | 34.5 | 29.00 | 7.78 | 26.82 |
| | 2012 Туркестан | 2 | 31.3 | 32.0 | 31.65 | 0.49 | 1.56 |
| | 2016 Туркестан | 2 | 22.3 | 36.0 | 31.20 | 7.72 | 24.73 |
| | 2016 Кентау | 28 | 23.4 | 41.7 | 31.82 | 5.74 | 18.05 |
| | 2022 Туркестан | 28 | 20.5 | 38.2 | 28.55 | 5.73 | 20.07 |
| Q, г | 2007 Кентау | 2 | 0.21 | 0.75 | 0.48 | 0.379 | 78.63 |
| | 2012 Туркестан | 2 | 0.45 | 0.55 | 0.50 | 0.071 | 14.14 |
| | 2016 Туркестан | 2 | 0.20 | 1.28 | 0.86 | 0.579 | 67.28 |
| | 2016 Кентау | 28 | 0.19 | 1.02 | 0.50 | 0.254 | 51.18 |
| | 2022 Туркестан | 28 | 0.14 | 1.35 | 0.46 | 0.329 | 70.24 |
| Fullton | 2007 Кентау | 2 | 1.65 | 1.83 | 1.74 | 0.125 | 7.22 |
| | 2012 Туркестан | 2 | 1.37 | 1.79 | 1.58 | 0.297 | 18.77 |
| | 2016 Туркестан | 2 | 1.80 | 2.74 | 2.35 | 0.488 | 20.77 |
| | 2016 Кентау | 28 | 1.27 | 1.97 | 1.44 | 0.179 | 12.46 |
| | 2022 Туркестан | 28 | 1.43 | 2.42 | 1.69 | 0.210 | 12.38 |

Речная абботина не является многочисленной, но представлена в большинстве выборок (таблица 5). Также как и у двух предыдущих видов, максимальные размеры отловленных в

р.Карашик рыб намного меньше известных для других водоемов Казахстана [32]. Однако упитанность рыб в 2015-2016 гг. была выше ранее известного для Казахстана значения.

Таблица 5 – Морфобиологические показатели абботины

| Показатели | Годы | n | min | max | M | ±s | CV |
|------------|----------------|---|-------|-------|-------|-------|--------|
| SL, мм | 2007 Кентау | 5 | 21.2 | 29.0 | 25.06 | 2.89 | 11.52 |
| | 2013 Туркестан | 3 | 23.20 | 28.10 | 25.33 | 2.51 | 9.91 |
| | 2015 Туркестан | 4 | 33.5 | 57.0 | 40.63 | 11.10 | 27.33 |
| | 2015 Кентау | 4 | 45.0 | 56.0 | 51.38 | 4.71 | 9.18 |
| | 2016 Туркестан | 3 | 29.0 | 52.0 | 37.33 | 12.74 | 34.13 |
| | 2016 Кентау | 4 | 24.0 | 26.1 | 25.05 | 1.48 | 5.93 |
| | 2022 Туркестан | 4 | 20.0 | 40.0 | 28.23 | 9.56 | 33.87 |
| | 2023 Туркестан | 8 | 20.5 | 60.4 | 29.48 | 12.79 | 43.38 |
| Q, г | 2007 Кентау | 5 | 0.13 | 0.41 | 0.26 | 0.110 | 42.74 |
| | 2013 Туркестан | 3 | 0.23 | 0.41 | 0.30 | 0.099 | 33.00 |
| | 2015 Туркестан | 4 | 0.69 | 3.78 | 1.60 | 1.464 | 91.63 |
| | 2015 Кентау | 4 | 1.72 | 3.84 | 2.86 | 0.871 | 30.49 |
| | 2016 Туркестан | 3 | 0.41 | 3.09 | 1.38 | 1.488 | 108.8 |
| | 2016 Кентау | 4 | 0.25 | 0.33 | 0.29 | 0.057 | 19.51 |
| | 2022 Туркестан | 4 | 0.08 | 1.04 | 0.45 | 0.443 | 98.89 |
| | 2023 Туркестан | 8 | 0.14 | 3.96 | 0.75 | 1.302 | 174.14 |

Продолжение таблицы

| Показатели | Годы | n | min | max | M | ±s | CV |
|------------|----------------|---|------|------|------|-------|-------|
| Fullton | 2007 Кентау | 5 | 1.31 | 1.71 | 1.55 | 0.190 | 12.31 |
| | 2013 Туркестан | 3 | 1.75 | 1.86 | 1.81 | 0.055 | 3.04 |
| | 2015 Туркестан | 4 | 1.84 | 2.14 | 2.00 | 0.127 | 6.38 |
| | 2015 Кентау | 4 | 1.88 | 2.25 | 2.05 | 0.196 | 9.55 |
| | 2016 Туркестан | 3 | 1.68 | 2.20 | 2.00 | 0.277 | 13.89 |
| | 2016 Кентау | 4 | 1.81 | 1.86 | 1.83 | 0.034 | 1.84 |
| | 2022 Туркестан | 4 | 1.00 | 1.63 | 1.44 | 0.299 | 20.70 |
| | 2023 Туркестан | 8 | 1.56 | 1.86 | 1.76 | 0.108 | 6.13 |

Элеотрис также не является многочисленным видом в р. Карашик. В 2016 году в районе г. Туркестан найден только 1 элеотрис. его абсолютная длина 40.0 мм; длина без хвоста 32.2 мм;

масса тела 0.89 г; но упитанность по Фультону высокая – 2.67. Показатели выборок других лет представлены в таблице 6. Все показатели соответствует по литературным данным [33].

Таблица 6 – Морфобиологические показатели элеотриса

| Показатели | Годы | n | min | max | M | ±s | CV |
|------------|----------------|---|------|------|-------|-------|-------|
| SL. мм | 2016 Кентау | 3 | 18.8 | 24.0 | 21.10 | 2.65 | 12.57 |
| | 2022 Туркестан | 3 | 19.0 | 24.0 | 21.17 | 2.57 | 12.12 |
| Q. г | 2016 Кентау | 3 | 0.13 | 0.26 | 0.19 | 0.067 | 35.79 |
| | 2022 Туркестан | 3 | 0.13 | 0.26 | 0.18 | 0.071 | 38.38 |
| Fullton | 2016 Кентау | 3 | 1.90 | 2.02 | 1.95 | 0.060 | 3.09 |
| | 2022 Туркестан | 3 | 1.82 | 1.93 | 1.88 | 0.055 | 2.90 |

Глазчатый горчак был многочисленным только в 2016 г. Этой выборке была посвящена отдельная публикация [18]. В 2023 году вблизи г. Туркестан найден только 1 горчак. его абсолютная длина 47.2 мм; длина без хвоста 36.6 мм; масса тела – 1.55 г; но упитанность по Фультону высокая – 3.16.

Медака *Orizias sinensis* была обнаружена только в 2017 г р. Карашик в районе г. Туркестан. Её абсолютная длина – 27.3 мм. длина без хвоста – 23.2 мм. масса тела – 0.18 г. упитанность по Фультону – 2.72. Эти показатели соответствует известным для водоемов Казахстана литературным данным [34].

В результате проведенного исследования установлено постоянное обитание нескольких чужеродных видов в р. Карашик. На основе анализа интродукции в различных частях мира было установлено, что нарушения экосистем благоприятствуют вторжениям. В свою очередь, чужеродные виды могут сильно изменять гидро-

логию, биогеохимический цикл и биотический состав заселенных экосистем и за счет этого модулировать воздействие других неблагоприятных воздействий [35-37]. Поэтому присутствие чужеродных видов рыб рассматривается как индикатор неблагоприятных изменений окружающей среды.

Заключение

В результате проведенного исследования было установлено антропогенное воздействие экосистему р. Карашик. В результате этого разнообразные короткоциклические виды рыб стали постоянными обитателями этой реки. Установлено присутствие в реке 6 представителей амурского комплекса рыб, относящихся к 3 отрядам: речная абботина, псевдорасбора, глазчатый горчак, китайская медака, элеотрис и китайский бычок. Из перечисленных видов только амурский чебачок постоянно встречаются в реке. Условия

существования позволяют этим видам успешно воспроизводиться, но не способствуют продолжительной жизни и достижению максимальных размеров. Постоянное присутствие чужеродных видов является индикатором неблагоприятного воздействия на р. Карашик.

Благодарность

Выражаю благодарность отечественному научному руководителю кандидату биологических наук, ассоциированному профессору Мамилову Н.Ш.

Литература

1. Kang, B., Deng, J., Wu, Y., Chen, L., Zhang, J., Qiu, H., Lu, Y., He, D. (2014). Mapping China's freshwater fishes: Diversity and biogeography. *Fish and Fisheries*. 15(2), 209-230. DOI: 10.1111/faf.12011.
2. Edge, C. B., Fortin, M. J., Jackson, D. A., Lawrie, D., Stanfield, L., Shrestha, N., Habitat alteration and habitat fragmentation differentially affect beta diversity of stream fish communities // *Landscape Ecology*. – 2017. – Т. 32. – С. 647-662.
3. García-Berthou E. The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far? // *Journal of Fish Biology*. – 2007. – Т. 71. – С. 33-55. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2007.01668.x
4. Douglas, M.R.; Slynko, Y.V.; Dgebuadze, Y.Y.; Olenin, S.; Aleksandrov, B.; Boltachev, A.; Slynko, E.E.; Khristenko, D.; Minchin, D.; Pavlov, D.F.; Reshetnikov, A.N.; Vekhov D.A.; Ware C.J.; Douglas M.E. Invasion Ecology: An International Perspective Centered in the Holarctic. *Fisheries* 2015. 40. 464–470. DOI:10.1080/03632415.2015.1075344
5. Hughes, K. A., Pescott, O. L., Peyton, J., Adriaens, T., Cottier-Cook, E. J., Key, G., Rabitsch, W., Tricarico, E., Barnes D.K.A., Baxter, N., Belchier, M., Blake, D., Convey, P., Dawson, W., Frohlich, D., Gardiner, L.M., González-Moreno, P., James, R., Malumphy, Ch., Martin, S., Martinou, A.F., Minchin, D., Monaco, A., Moore, N., Morley, S.A., Ross, K., Shanklin, J., Turvey, K., Vaughan, D., Vaux, A.G.C., Werenkraut, V., Winfield, I.J., Roy, H. E. (2020). Invasive non-native species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the Antarctic Peninsula region. *Global change biology*. 26(4), 2702-2716. DOI:10.1111/gcb.14938
6. Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., ... & Vilà, M. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in ecology & evolution*. 28(1), 58-66. DOI:10.1016/j.tree.2012.07.013.
7. Ricciardi, A., Iacarella, J. C., Aldridge, D. C., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., Catford, J. A., Dick, J.T.A., Hulme, P.E., Jeschke, J.M., Liebhold, A.M., Lockwood, J.L., MacIsaac, H.J., Meyerson, L.A., Pyšek P., Richardson, D.M., Ruiz, G.M., Simberloff, D., Vilà, M., Wardle, D.A. (2021). Four priority areas to advance invasion science in the face of rapid environmental change. *Environmental Reviews*. 29(2), 119-141. DOI:10.1139/er-2020-0088.
8. Кесслер, К. Ф. (1872). Ихтиологическая фауна Туркестана. *Изв. об-ва любит. естествозн.* 10(1), 47.
9. Кесслер, К.Ф. 1877. Рыба, найденная в Урало-Каспийско-Понтиакском ихтиологической регионе. // *Материалы Урало-Каспийской экспедиции. Выпуск 4. Приложение к труду Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей.* 1-360.
10. Берг, Л. С. 1905. Рыбы Туркестана. // *Известия Туркестанского отделения Русского географического общества.* 4 (16), 1-261.
11. Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря / Г.В. Никольский – М.: изд. Московского общества испытателей природы. 1940.-Новая серия. Вып. I. (XVI).-2016с.
12. Micklin P. The Aral Sea crisis // *Dying and dead seas climatic versus anthropic causes*. – Dordrecht : Springer Netherlands, 2004. – С. 99-123.
13. Ermakhanov, Z. K., Plotnikov, I. S., Aladin, N. V., & Micklin, P. (2012). Changes in the Aral Sea ichthyofauna and fishery during the period of ecological crisis. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*. 17(1), 3-9. DOI: 10.1111/j.1440-1770.2012.00492.x
14. Saini, N. (2023). The Ecological Crisis: A Comprehensive Analysis. *International Journal of Law, Human Rights and Constitutional Studies*. 5(1), 20-26.
15. Sobirova, K., Qutlimuratova, D., & Qurbanbayeva, M. (2023). The Aral Sea: A catastrophic environmental crisis and restoration efforts. *International Bulletin of Engineering and Technology*. 3(7), 127-129.
16. Wu, M., Qiao, J., Zhang, Y., Tian, C., Li, Y., Hao, Y., Zhang, X., WANG, L., He, J. (2023). Ecological Governance of Aral Sea: Important Way to Deepen Scientific and Technological Cooperation with Central Asia. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*. 38(6), 917-931.
17. Afanasyev, S. A., Roman, A. M., Dolinskii, V. L., Karimov, H. N., & Erhashboev, I. K. (2020). Impact of designed Quai-rokkum Hydropower Plant reconstruction on the Syr Darya River ichthyofauna. *Zoodiversity*. 54(5). DOI:10.15407/zoo2020.05.363.
18. Кожабаяева Э.Б., Сапаргалиева Н.С. (2016). Морфобиологическая характеристика горчача (*Rhodeus* sp.) из р. Карашик. *Вестник КазНУ. Серия биологическая*. 68(3), 96-103.
19. Кожабаяева Э.Б., Мамилов Н.Ш., Беккожаева Д.К., Амирбекова Ф.Т., Сапаргалиева Н.С. Состав ихтиофауны р.Карашик (Сырдарьинский бассейн) // *Материалы междунар.-научно-практ.конф. «Проблемы сохранения биоразнообразия Казахстана и сопредельных территорий в природе и в коллекциях».* Алматы, 2016.-с.98-100.
20. Ибраева Г.С., Мамилов Н.Ш., Беккожаева Д.К., Амирбекова Ф.Т., Кожабаяева Э.Б., Сапаргалиева Н.С., Хабибуллин Ф.Х. Динамика разнообразия фауны рыб р.Карашик (бассейн р.Сырдарья) в условиях меняющейся антропогенной нагрузки

//Междунар. конф. «Зоологические исследования в Казахстане в XXI веке: Итоги, проблемы и перспективы» посвященная 90-летию РГП «Институт зоологии» КН МНВО РК. 13-16 апреля 2023 года г. Алматы. РК. -с.233-238.

21. Порфирьева А.В. Гидрохимический анализ: учеб. пособие / А.В. Порфирьева, Г.К. Зиятдинова, Э.П. Медянцева и др. – Казань: Изд-во Казан. унта. 2018. – 88 с.

22. Froese, Pauly. 2023; Eschmeyer, W. N.; Fricke, R.; van der Laan R. (eds). ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).

23. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность. 1966. – 376 с.

24. Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высшая школа. 1990. – 352 с

25. Press W. H., Flannery B. P., Teukolsky S. A., Vetterling W. T. Numerical recipes – Cambridge, New York. 1986. – 818 p.

26. Biddau R., Cidu R., Da Pelo S., Carletti A., Ghiglieri G., Pittalis D. Source and fate of nitrate in contaminated groundwater systems: Assessing spatial and temporal variations by hydrogeochemistry and multiple stable isotope tools// Science of The Total Environment. – 2019. – V.647. – p. 1121-1136 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.007.

27. Sadayappan K., Kerins D., Shen C., Li L. Nitrate concentrations predominantly driven by human, climate, and soil properties in US rivers// Water Research – 2022. – V.226. 119295 <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119295>.

28. Lin J., Compton J.E., Sabo R.D., Herlihy A.T., Hill R.A., Weber M.H., Brooks R., Paulsen S.G., Stoddard, J.L. (2023). The changing nitrogen landscape of US streams: Declining deposition and increasing organic nitrogen // *PNAS Nexus*. pgad362. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad362>

29. Makhrov, A. A., Artamonova, V. S., Sun, Y. H., Fang, Y., Pashkov, A. N., & Reshetnikov, A. N. New Records of the Alien Chinese Ricefish (*Oryzias sinensis*) and Its Dispersal History across Eurasia //Diversity. – 2023. – Т. 15. – №. 3. – С. 317. DOI: 10.3390/d15030317.

30. Баймбетов А.А. Род Pseudorasbora Bleeker. 1860 – Псевдорасбора. Pseudorasbora parva (Schlegel) – амурский чебачок. //Рыбы Казахстана – Т.5. Акклиматизация, промысел / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. – Алма-Ата: Ғылым. 1992.– С. 159-169.

31. Дукравец Г.М., Копылец С.К. Семейство Gobiidae – Бычковые. Род Rhinogobius Gill. 1860 – Бычковые. Rhinogobius similis Gill – амурский бычок. //Рыбы Казахстана – Т.5. Акклиматизация, промысел / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. – Алма-Ата: Ғылым. 1992.– С.269-286.

32. Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. Род Pseudogobio Bleeker. 1860 – Лжепескарь. //Рыбы Казахстана – Т.5. Акклиматизация, промысел. – Алма-Ата: Ғылым. 1992.– С.169-277.

33. Глуховцев И.В., Дукравец Г.М., Карпов В.Е. Отряд окунеобразные – Perciformes. Семейство Eleotridae – Головощековые или Элеотровые. Род Hypseleotris Gill. 1860. *Micropercops cinctus* (Dabry de Thiersant 1872) – Элеотрис. //Рыбы Казахстана – Т.5. Акклиматизация, промысел / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. – Алма-Ата: Ғылым. 1992.– С.250-269.

34. Карпов В.Е. Род Orizias Jordan et Snyder. 1906 – Оризиас. Род *Oryzias latipes* (Temminck & Schlegel.1846) – Медака. //Рыбы Казахстана – Алма-Ата: Ғылым. 1992.– Т.5. – С.230-241.

35. Strayer, D. L. (2010). Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshwater biology*. 55. 152-174. DOI:10.1111/j.1365-2427.2009.02380.x.

36. Ricciardi, A., & MacIsaac, H. J. (2011). Impacts of biological invasions on freshwater ecosystems. *Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton*. 1. 211-224.

37. Matsuzaki, S. I. S., Sasaki, T., & Akasaka, M. (2013). Consequences of the introduction of exotic and translocated species and future extirpations on the functional diversity of freshwater fish assemblages. *Global Ecology and Biogeography*. 22(9). 1071-1082. DOI:10.1111/geb.12067.

References

1. Afanasyev, S. A., Roman, A. M., Dolinskii, V. L., Karimov, H. N., & Erhashboev, I. K. (2020). Impact of designed Quai-rokkum Hydropower Plant reconstruction on the Syr Darya River ichthyofauna. *Zoodiversity*. 54(5). DOI:10.15407/zoo2020.05.363.

2. Bajmбетov A.A. Rod Pseudorasbora Bleeker. 1860 – Psevдорасбора. Pseudorasbora parva (Schlegel) – amurskij chebachok. //Ryby Kazahstana – Т.5. Akklimatizaciya, promysel / Mitrofanov V.P., Dukravec G.M., Sidorova A.F. i dr. – Alma-Ata: Fylym. 1992.– S. 159-169.

3. Berg, L. S. 1905. Ryby Turkeстана. //Izvestiya Turkestanskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva. 4 (16). 1-261.

4. Biddau R., Cidu R., Da Pelo S., Carletti A., Ghiglieri G., Pittalis D. Source and fate of nitrate in contaminated groundwater systems: Assessing spatial and temporal variations by hydrogeochemistry and multiple stable isotope tools// Science of The Total Environment. – 2019. – V.647. – p. 1121-1136 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.007.

5. Douglas, M.R.; Slynko, Y.V.; Dgebuadze, Y.Y.; Olenin, S.; Aleksandrov, B.; Boltachev, A.; Slynko, E.E.; Khristenko, D.; Minchin, D.; Pavlov, D.F.; Reshetnikov, A.N.; Vekhov D.A., Ware C.J., Douglas M.E. Invasion Ecology: An International Perspective Centered in the Holarctic. *Fisheries* 2015. 40. 464–470. DOI:10.1080/03632415.2015.1075344

6. Dukravec G.M., Kopylec S.K. Semejstvo Gobiidae – Bychkovyje. Rod *Rhinogobius* Gill. 1860 – Bychkovyje. *Rhinogobius similis* Gill – amurskij bychok. //Ryby Kazahstana – T.5. Akklimatizaciya. promysel / Mitrofanov V.P., Dukravec G.M., Sidorova A.F. i dr. – Alma-Ata: Fylym. 1992.– S.269-286.
7. Edge. C. B., Fortin. M. J., Jackson. D. A., Lawrie. D., Stanfield. L., Shrestha. N., Habitat alteration and habitat fragmentation differentially affect beta diversity of stream fish communities //Landscape Ecology. – 2017. – T. 32. – S. 647-662.
8. Ermakhanov. Z. K., Plotnikov. I. S., Aladin. N. V., & Micklin. P. (2012). Changes in the Aral Sea ichthyofauna and fishery during the period of ecological crisis. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*. 17(1), 3-9. DOI: 10.1111/j.1440-1770.2012.00492.x
9. Froese. Pauly. 2023; Eschmeyer. W. N.; Fricke. R.; van der Laan R. (eds). *ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA. SPECIES. REFERENCES.* (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).
10. García-Berthou E. The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far? //Journal of Fish Biology. – 2007. – T. 71. – S. 33-55. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2007.01668.x
11. Gluhovcev I.V., Dukravec G.M., Karpov V.E. Otryad okuneobraznye – Perciformes. Semejstvo Eleotridae – Golovoshchekovyje ili Eleotrovyje. Rod *Hypseleotris* Gill. 1860. *Micropercops cinctus* (Dabry de Thiersant 1872) – Eleotris. //Ryby Kazahstana – T.5. Akklimatizaciya. promysel / Mitrofanov V.P., Dukravec G.M., Sidorova A.F. i dr. – Alma-Ata: Fylym. 1992.– S.250-269.
12. Hughes. K. A., Pescott. O. L., Peyton. J., Adriaens. T., Cottier-Cook. E. J., Key. G., Rabitsch. W., Tricarico. E., Barnes D.K.A. Baxter. N., Belchier. M., Blake. D., Convey. P., Dawson. W., Frohlich. D., Gardiner. L.M., González-Moreno. P., James. R., Malumphy. Ch., Martin. S., Martinou. A.F., Minchin. D., Monaco. A., Moore. N., Morley. S.A., Ross. K., Shanklin. J., Turvey. K., Vaughan. D., Vaux. A.G.C., Werenkraut. V., Winfield. I.J., Roy. H. E. (2020). Invasive non-native species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the Antarctic Peninsula region. *Global change biology*. 26(4), 2702-2716. DOI:10.1111/gcb.14938
13. Ibrayeva G.S., Mamilov N.SH., Bekkozhaeva D.K., Amirbekova F.T., Kozhabaeva E.B., Sapargaliev N.S., Habibullin F.H. Dinamika raznoobraziya fauny ryb r.Karashik (bassejn r.Syrdar'i) v usloviyah menyayushchejsya antropogennoj nagruzki // Mezhdunar. konf. «Zoologicheskie issledovaniya v Kazahstane v XXI veke: Itogi. problemy i perspektivy» posvyashchennaya 90-letiyu RGP «Institut zoologii» KN MNVO RK. 13-16 aprelya 2023 goda g. Almaty. RK. -s.233-238.
14. Kang. B., Deng. J., Wu. Y., Chen. L., Zhang. J., Qiu. H., Lu, Y., He. D. (2014). Mapping China's freshwater fishes: Diversity and biogeography. *Fish and Fisheries*. 15(2), 209-230. DOI: 10.1111/faf.12011.
15. Karpov V.E. Rod *Orizias* Jordan et Snyder. 1906 – *Orizias*. Rod *Oryzias latipes* (Temminck & Schlegel.1846) – Medaka. //Ryby Kazahstana – Alma-Ata: Fylym. 1992.– T.5. – S.230-241.
16. Kessler. K. F. (1872). Ihtologicheskaya fauna Turkeстана. *Izv. ob-va lyubit. estestvozn.* 10(1), 47.
17. Kessler. K.F. 1877. Ryba. najdennaya v Uralo-Kaspijsko-Pontiakskom ihtologicheskoy regione. //Materialy Uralo-Kaspijskoj ekspedicii. Vypusk 4. Prilozhenie k trudu Sankt-Peterburgskogo obshchestva estestvoispytatelej. 1-360.
18. Kozhabaeva E.B., Mamilov N.SH., Bekkozhaeva D.K., Amirbekova F.T., Sapargaliev N.S. Sostav ihtiofauny r.Karashik (Syrdar'inskij bassejn) //Materialy mezhdunar.-nauchno-prakt.konf. «Problemy sohraneniya bioraznoobraziya Kazahstana i sopedel'nyh territorij v prirode i v kollekcijah». Almaty. 2016.-s.98-100.
19. Kozhabaeva E.B., Sapargaliev N.S. (2016). Morfobiologicheskaya karakteristika gorchaka (*Rhodeus* sp.) iz r. Karashik. *Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaya*. 68(3), 96-103.
20. Lakin G.F. *Biometriya – M.: Vysshaya shkola*. 1990. – 352 s
21. Lin J., Compton J.E., Sabo R.D., Herlihy A.T., Hill R.A., Weber M.H., Brooks R., Paulsen S.G., Stoddard. J.L. (2023). The changing nitrogen landscape of US streams: Declining deposition and increasing organic nitrogen // *PNAS Nexus*. pgad362. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad362>
22. Makhrov. A. A., Artamonova. V. S., Sun. Y. H., Fang. Y., Pashkov. A. N., & Reshetnikov. A. N. New Records of the Alien Chinese Ricefish (*Oryzias sinensis*) and Its Dispersal History across Eurasia //Diversity. – 2023. – T. 15. – №. 3. – S. 317. DOI: 10.3390/d15030317.
23. Matsuzaki. S. I. S., Sasaki. T., & Akasaka. M. (2013). Consequences of the introduction of exotic and translocated species and future extirpations on the functional diversity of freshwater fish assemblages. *Global Ecology and Biogeography*. 22(9), 1071-1082. DOI:10.1111/geb.12067.
24. Micklin P. The Aral Sea crisis //Dying and dead seas climatic versus anthropic causes. – Dordrecht : Springer Netherlands. 2004. – S. 99-123.
25. Mitrofanov V.P., Dukravec G.M., Sidorova A.F. i dr. Rod *Pseudogobio* Bleeker. 1860 – Lzhepeskar'. //Ryby Kazahstana – T.5. Akklimatizaciya. promysel. – Alma-Ata: Fylym. 1992.– S.169-277.
26. Nikol'skij G.V. Ryby Aral'skogo morya / G.V. Nikol'skij – M.: izd. Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody. 1940.-Novaya seriya. Vyp.I.(XVI).-2016s.
27. Porfir'eva A.V. *Gidrohimicheskij analiz: ucheb. posobie / A.V. Porfir'eva. G.K. Ziyatdinova. E.P. Medyancheva i dr. – Kazan': Izd-vo Kazan. unta. 2018. – 88 s.*
28. Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb. – M.: Pishchevaya promyshlennost'. 1966. – 376 s.*
29. Press W. H., Flannery B. P., Teukolsky S. A., Vetterling W. T. *Numerical recipes – Cambridge. New York. 1986. – 818 p.*
30. Ricciardi. A., & MacIsaac. H. J. (2011). Impacts of biological invasions on freshwater ecosystems. Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton. 1. 211-224.

31. Ricciardi. A., Iacarella. J. C., Aldridge. D. C., Blackburn. T. M., Carlton. J. T., Catford. J. A., Dick. J.T.A., Hulme. P.E., Jeschke. J.M., Liebhold. A.M., Lockwood. J.L., MacIsaac. H.J., Meyerson. L.A., Pyšek P., Richardson. D.M., Ruiz. G.M., Simberloff. D., Vilà. M., Wardle. D.A. (2021). Four priority areas to advance invasion science in the face of rapid environmental change. *Environmental Reviews*. 29(2). 119-141. DOI:10.1139/er-2020-0088.
32. Sadayappan K., Kerins D., Shen C., Li L. Nitrate concentrations predominantly driven by human, climate, and soil properties in US rivers// *Water Research – 2022.* – V.226. 119295 <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119295>.
33. Saini. N. (2023). The Ecological Crisis: A Comprehensive Analysis. *International Journal of Law, Human Rights and Constitutional Studies*. 5(1). 20-26.
34. Simberloff. D., Martin. J. L., Genovesi. P., Maris. V., Wardle. D. A., Aronson. J., ... & Vilà. M. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in ecology & evolution*. 28(1). 58-66. DOI:10.1016/j.tree.2012.07.013.
35. Sobirova. K., Qutlimuratova. D., & Qurbanbayeva. M. (2023). The Aral Sea: A catastrophic environmental crisis and restoration efforts. *International Bulletin of Engineering and Technology*. 3(7). 127-129.
36. Strayer. D. L. (2010). Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshwater biology*. 55. 152-174. DOI:10.1111/j.1365-2427.2009.02380.x.
37. Wu. M., Qiao. J., Zhang. Y., Tian. C., Li. Y., Hao. Y., Zhang. X., WANG. L., He. J. (2023). Ecological Governance of Aral Sea: Important Way to Deepen Scientific and Technological Cooperation with Central Asia. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*. 38(6). 917-931.