

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему: «Оценка современного состояния ихтиофауны рек юго-западного макросклона Каратау» на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D08401 – Рыбное хозяйство и промышленное рыболовство»

Ибраевой Гульмиры Сайфуллаевны

Общая характеристика работы. В диссертационной работе изучены сообщества рыб и состояние их популяций, динамика ихтиофауны, генетическое разнообразие и морфологические особенности аборигенных и чужеродных видов рыб в малых водоемах юго-западного макросклона Каратауского хребта Сырдарьинского бассейна. Научно-исследовательская работа осуществлена по проекту ИРН AP26100721 «Исследование таксономического и функционального разнообразия ихтиофауны Алатау» утвержденному Комитетом науки Министерства высшего образования и науки РК.

Актуальность темы. В XX веке нерациональное использование воды привело к экологической катастрофе в бассейне Аральского моря. За последние два десятилетия большое внимание было уделено состоянию реки бассейна малый Арал и Сырдарья, хотя состояние малых водоемов бассейна остается малоизученным. Эффективное управление рыбными ресурсами и поддержание экосистемных услуг водоемов невозможно без детального изучения экологических особенностей гидробионтов. В условиях растущего антропогенного воздействия на водные экосистемы необходимо иметь точную информацию о состоянии организмов, обитающих в водоёмах. Это позволяет выявлять тенденции изменений, своевременно принимать меры по предотвращению ущерба окружающей среде и обеспечивать устойчивое рыболовство. Данный вопрос является острым, особенно по Аральскому бассейну, так как в результате деятельности человека по нерациональному использованию водных ресурсов произошел экологический кризис. Поэтому изучение экологии рыб и выявление причин изменений в их видовом составе и численности являются актуальными задачами. В этой связи особое значение приобретает комплексное изучение рыбных сообществ малых водоемов на юго-западном склоне хребта Каратау в бассейне реки Сырдарья.

Научное и практическое значение имеет изучение состава и распределения рыбных сообществ в малых водоемах юго-западного макросклона Каратауского хребта.

Цель исследования. Изучить разнообразие сообществ рыб и дать оценку состоянию их популяций в водоемах юго-западного макросклона Каратау бассейна р.Сырдарья.

Задачи исследования. В соответствии с целью работы были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить физико-химические свойства воды рек юго-западного макросклона Каратау;
2. Исследовать распространение и динамику изменений разнообразия ихтиофауны в малых реках и притоках юго-западного склона Каратауского хребта во временном аспекте;
3. Проанализировать морфологическую и биологическую изменчивость рыб, обитающих в малых водоемах юго-западного макросклона Каратау, и определить состояние популяций рыб.
4. Исследовать генетическое разнообразие некоторых аборигенных и чужеродных видов рыб Сырдарьинского бассейна.
5. Оценить перспективы сохранения аборигенных видов рыб в условиях нарастающей антропогенной нагрузки

Объект исследования: рыбное население притоков р.Сырдарья и малых водоемов юго-западного макросклона Каратау.

Предмет исследования: физико-химические показатели водоемов, распространение, таксономический состав, численность, биологические и морфологические показатели рыб, молекулярно-генетические особенности мтДНК некоторых видов рыб.

Методы исследования. В диссертационной работе были использованы классические методы биологических и морфометрических исследований рыб и их статистической обработки, молекулярно-генетические методы изучения мтДНК, методы системного экологического анализа и многомерного математического анализа.

Научная новизна диссертационной работы.

Впервые изучены динамика разнообразия ихтиофауны и плотность популяций рыб в связи с основными абиотическими параметрами водоемов юго-западного макросклона Каратау бассейна р.Сырдарья.

Впервые изучены морфобиологическая изменчивость и генетические особенности зеравшанский елец *Leuciscus lehmanni*, туркестанский пескарь *Gobio lepidolaemus*, ташкентская верховодка *Alburnoides oblongus*, аральская щиповка *Sabanejewia aralensis*, терсский голец *Triplophysa coniptera*, голец Кушакеевича *Iskandaria kuschakewitschi* и пятнистый губач *Triplophysa strauchii*.

Впервые установлено влияние фрагментации ареалов на генетическую структуру популяций (зеравшанский елец, обыкновенная маринка, туркестанский пескарь, ташкентская верховодка, аральская щиповка, терсский голец, голец Кушакеевича и пятнистый губач) рыб.

Впервые с использованием многомерных статистических методов были исследованы сравнительные морфологические и биологические характеристики популяций различных видов рыб, обитающих в водоемах юго-западного макросклона Каратау бассейна р.Сырдарья.

Впервые на основании изучения митохондриального гена COI выяснены родственные отношения аборигенных (*Leuciscus lehmanni*, *Schizothorax intermedius*, *Alburnoides oblongus*, *Sabanejewia aralensis*, *Triplophysa coniptera*, *Iskandaria kuschakewitschi*, *Gobio lepidolaemus*) и одного чужеродного вида (*Triplophysa strauchii*) рыб.

Впервые установлено влияние экологического кризиса в Арало-Сырдарьинском бассейне на состояние ихтиофауны притоков реки Сырдарья и дан прогноз дальнейших изменений (выявлены наиболее уязвимые виды).

Теоретическое значение работы. В рамках исследования были проведены морфологические и генетические анализы микроэволюционных процессов в популяциях 7 аборигенных и 1 интродуцированного в бассейн чужеродного вида рыб. Результаты показали, что высокая морфологическая изменчивость изолированных популяций в значительной степени обусловлена условиями окружающей среды, а не генетическими различиями.

Практическое значение работы. Исследование таксономического состава и систематики рыб юго-западного макросклона хребта Каратау в бассейне реки Сырдарья позволило выявить динамику разнообразия и современное состояние популяций аборигенных видов. Полученные данные способствуют предотвращению утраты уникальных видов и минимизации экономических затрат на сохранение временных форм. Анализ внешних функциональных характеристик рыб в контексте их среды обитания позволяет осуществлять раннюю диагностику изменений в водных экосистемах. Комплексная оценка состояния водных экосистем и населяющих их популяций рыб предоставляет возможность ранжировать проблемы их сохранения для разработки наиболее эффективных социально-экономических мер по сохранению и рациональному использованию имеющегося биоразнообразия рыб, а также для предотвращения значительных экономических потерь, связанных с утратой экологической устойчивости в бассейне реки Сырдарья.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. В результате возросшего антропогенного воздействия и климатических изменений произошли значительные трансформации абиотических характеристик водной среды в большинстве исследованных водоёмов бассейна реки Сырдарья, включая уровень воды, мутность, температуру и минерализацию.

2. В настоящее время в водоемах юго-западного макросклона Каратау (бассейн реки Сырдарья) обитает 21 вида местных рыб и 8 видов рыб, интродуцированных из других регионов. В условиях искусственного регулирования реки Сырдарья истощение рыбного разнообразия затронуло основной поток в большей степени, чем притоки. Притоки реки Сырдарья представляет собой последнее значительное место, где сохраняются эндемичные виды рыб Сырдарьинской ихтиогеографической провинции.

3. Происходит фрагментация ареалов местных видов рыб и гомогенизация состава ихтиофауны. За счет изменений условий обитания и нарушения связи с притоками исчезли из рек юго-западного макросклона Каратау серый голец *Triplophysa dorsalis* (Kessler, 1872), голянь *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), южная девятииглая колюшка *Pugitius platygaster* (Kessler 1859), чаткальский подкаменщик *Cottus jaxartensis* Berg, 1916, востробрюшка *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky 1855), чехонь *Pelecus cultratus*, (Linnaeus, 1758).

4. По сравнению с периодом, предшествовавшим экологии Аральского моря, максимальные размеры подавляющего большинства аборигенных и чужеродных рыб снизились. При этом изменчивость большинства морфометрических показателей остаётся в пределах известных значений.

5. Изоляция в отдельных реках популяций *Leuciscus lehmanni*, *Schizothorax intermedius*, *Alburnoides oblongus*, *Gobio lepidolaemus*, *Sabanejewia aralensis*, *Triplophysa coniptera*, *Iskandaria kuschakewitschi* және *Triplophysa trauchii* из Сырдарьинского бассейнов привела к появлению генетических особенностей.

Основные результаты и выводы исследования:

1. Колебания уровня воды на исследованном участке р.Сырдарья в 2022-2024 гг. отличались от естественного режима, в период половодья в реке был низкий уровень воды, в летний период возрастали минерализация и мутность. Большинство рек юго-западного макросклона Каратау не достигают реки Сырдарья в связи с использованием на орошение в предгорной зоне. Повышенное содержание нитрат-ионов отмечено в большинстве рек, включая находящиеся в пределах ООПТ. Относительно чистыми оставались реки Ойык, Боралдай и Арыстанды.

2. В многолетнем аспекте в водоемах юго-западного склона Каратау наблюдается тенденция к снижению численности аборигенных и увеличению численности чужеродных видов рыб. По результатам наших исследований установлено, что разнообразие и численность аборигенных видов существенно сократились. В период наших исследований ихтиофауна была представлена одним классом, шестью отрядами, семнадцатью семействами, 29 видами. По таксономическому разнообразию доминируют представители отряда карпообразных. Большинство аборигенных видов рыб до сих пор сохраняются в бассейне Сырдарья. Однако ни в одном из исследованных мест они не были встречены одновременно. Многие аборигенные виды значительно сократили свои ареалы по сравнению с ранее известными данными. Сообщество рыб меняется от истоков к устью. Наиболее распространенными видами рыб были *Leuciscus lehmanni*, *Schizothorax intermedius*, *Gobio lepidolaemus* и *Triplophysa trauchii*.

3. Реки Ойык и Сарыбас характеризуются относительно стабильными физико-химическими параметрами, что делает их благоприятными для обитания аборигенной обыкновенной маринки. В то же время река Карашик, подверженная значительной антропогенной нагрузке, является более подходящей средой для чужеродного короткоциклового амурского чебачка. В Сырдарьинском бассейне впервые проведены исследования биологических показателей как аборигенных (*Leuciscus baicalensis*, *Leuciscus lehmanni*, *Petroleuciscus squaliusculus*, *Gobio lepidolaemus* и *Triplophysa stolicikai*), так и чужеродных видов (*Triplophysa trauchii* мен *Oryzias sinensis*) рыб. Результаты исследования показали снижение видового разнообразия рыб в регионе, особенно аборигенных видов, что обусловлено совокупным воздействием антропогенных, биотических и абиотических факторов. Это привело к уменьшению ареалов обитания этих видов. Биологические показатели большинства аборигенных видов соответствовали

данным из научной литературы.

4. Для анализа молекулярного разнообразия аборигенных видов рыб в Сырдарьинском бассейне был исследован фрагмент гена CO1 митохондриальной ДНК у *Triplophysa strauchii*, *Triplophysa coniptera*, *Iskandaria kuschakewitschi*, *Schizothorax intermedius*, *Leuciscus lehmanni*, *Sabanejewia aralensis*, *Alburnoides oblongus* и *Gobio lepidolaemus*. Результаты показали, что *Schizothorax intermedius* из Сырдарьинского бассейна обладает генетической уникальностью, что указывает на её генетическую изоляцию от популяций в других водоёмах. Установлена генетическая подразделенность на две группы для двух видов гольцов Сырдарьинского бассейна – *Triplophysa strauchii* и *Triplophysa coniptera*. Таким образом, выяснено, что обыкновенная маринка Сырдарьинского бассейна заметно более разнообразна, чем полагали ранее. Филогенетическое положение и таксономия *Schizothorax intermedius* в ревизии.

5. Из рек юго-западного макросклона Каратау исчезли серый голец *Triplophysa dorsalis* (Kessler, 1872), голян *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), южная девятииглая колюшка *Pugitius platygaster* (Kessler 1859), чаткальский подкаменщик *Cottus jaxartensis* Berg, 1916, аральский усач *Barbus brachycephalus* Kessler, 1872, востробрюшка *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky 1855), чехонь *Pelecus cultratus*, (Linnaeus, 1758). Дальнейшее устойчивое существование популяций сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, жерех *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758), лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), сом *Siluris glanis* Linnaeus, 1758 представляется проблематичным в связи с растущей численностью населения в регионе. В этих условиях большое значение для сохранения аборигенной ихтиофауны и благополучия региона имеют соблюдение режима охраны в Каратауском государственном природном заповеднике и рациональное водопотребление во всем регионе.

Личный вклад автора. В процессе исследования автор принимал непосредственное участие в сборе полевых данных, провел биологический, морфометрический и молекулярно-генетический анализы рыб с последующей статистической обработкой методами унивариантной и многомерной статистики. Кроме того, автор осуществил биоинформационный анализ и составил карты. На основании проведенного анализа, обобщения и интерпретации полученных результатов автор сформулировал соответствующие выводы. Структура диссертации соответствует утвержденному плану, согласованному с научными руководителями. Личный вклад автора в совместные публикации заключается в сборе материалов, их первичной обработке, разработке концепции, подготовке и дизайне рукописей.

Апробация работы. Результаты исследований и основные положения диссертации были доложены и представлены на различных международных научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 8 научных трудов, в том числе 3 тезисов в материалах Международных научно-практических конференций, 3 статьи в научных журналах по профилю специальности, входящих в список ККСОН РК, и 1 статья в журнале «Ecologica Montenegrina» входящем в базу данных Scopus (Q 2) и Web of Sciences (Q 2) + амурский чебачок ВЮ Web of Conferences.

Опубликованные материалы (2022-2025 гг.):

1. Международная конференция:

1. Sapargaliyeva Nazym, Mamilov Nadir, Ibrayeva Gulmira. Diversity of fishes in the tributaries of the Syrdarya river within the Republic of Kazakhstan // 11th International conference: achievements & challenges in biology devoted to 120th anniversary of professor Mirali Akhundov 13-14 October. 2022 Baku state university Baku. Azerbaijan abstract book Baku–2022. -p.277-278.

2. Ибраева Г.С., Мамилев Н.Ш., Беккожаева Д.К., Амирбекова Ф.Т., Кожабоева Э.Б., Сапаргалиева Н.С., Хабибуллин Ф.Х. Динамика разнообразия фауны рыб р.Карашик (бассейн р.Сырдарья) в условиях меняющейся антропогенной нагрузки // Междунар. конференция «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. Республика Казахстан. -с.233-238.

3.Ибраева Г.С. Қаратау оңтүстік-батыс еңісіндегі өзендердің қазіргі экологиялық жағдайын бағалау (Орталық Азия; Арал-Сырдария бассейні) //Биология ғылымдарының докторы. профессор. ҚЖМ ҰҒА корреспондент-мүшесі Тамара Минажқызы Шалахметованың 70-жылдығына арналған «Биомедицина мен экологиядағы заманауи жетістіктер» Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның материалдары. - Алматы, 2023. -280-285 бет.

1. Статьи:

1.Ибраева Г.С. Первое описание пятнистого губача *Triplophysa strauchii* из Казахстанской части бассейна реки Сырдарьи //Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. серия биологическая. -Алматы “Қазақ университеті”-2023.- -№2(95)7- с.116-127. DOI: <https://doi.org/10.26577/eb.2023.v95.i2.011>.

2.Ибраева Г.С., Сапарғалиева Н.С., Мамилов Н.Ш., Кожабаева Э.Б., Зияева Г.К. Морфологическая изменчивость и состояние популяции зеравшанского ельца *Leuciscus lehmanni* (Cypriniformes; Actinopterygii) из р.Шаян (бассейн р.Сырдарьи) //Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. серия экологическая -Алматы “Қазақ университеті” -2023.- -№2(75).- с.- 78-90. DOI: <https://doi.org/10.26577/EJE.2023.v75.i2.07>.

3.Ибраева Г.С. Чужеродные виды рыб в р. Карашик (Бассейн р. Сырдарьи) //Вестник КазНУ им. Аль-Фараби, серия биологическая. -Алматы “Қазақ университеті” -2023.- - №4(97).- с.96-106. <https://doi.org/10.26577/eb.2023.v97.i4.09>.

4.Nadir Shamilevich Mamilov, Gulmira Saifullaevna Ibrayeva, Eleonora Birlikzhanovna Kozhabaeva, Gulsum Zhumanovna Bilyalova, Gulnar Kerimbekovna Ziyayeva. A good word on topmouth gudgeon *pseudorasbora parva* in small impoundments in the Aral sea watershed (Central Asia, Kazakhstan) BIO Web of Conferences 100, 04027 (2024) IFBioScFU 2024. Doi.org/10/1051/bioconf/202410004027.

5.Nadir S. Mamilov, Gulmira S. Ibrayeva, Fariza T. Amirbekova, Dinara K. Bartunek, Nazym S. Sapargaliyeva, Eleonora B. Kozhabaeva, Gulsum Z. Bilyalova1, Gulnar K. Ziyayeva, Boris A. Levin. Recent changes in fish diversity in the ancient oases of the Syr Darya River (Central Asia) //Ecologica Montenegrina 86: 119-134 (2025) This journal is available online at: www.biotaxa.org/em <https://dx.doi.org/10.37828/em.2025.86.5>.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из Введения, 3 Основных глав, Заключение и списка источников литературы из 436 наименований. Объем работы составляет 134 страниц и включает 56 таблиц, 53 рисунков и 3 приложения.