

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/374919785>

Ichthyological research in the Koxsu river (Uzbekistan) to identify key fish species in the context of small hydropower development

Article · October 2023

DOI: 10.26577/eb.2023.v96.i3.011

CITATIONS

0

READS

44

4 authors, including:



Bakhtiyor Karimov

Tashkent Institute of Irrigation and Melioration

131 PUBLICATIONS 958 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Martin Schletterer

TIWAG - Tiroler Wasserkraft AG, Austria, Innsbruck

118 PUBLICATIONS 703 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Daniel S. Hayes

University of Natural Resources and Life Sciences Vienna

37 PUBLICATIONS 439 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Э.Б. Каримов^{1,*} , Б.К. Каримов¹ ,
Martin Schletterer² , Daniel S. Hayes² 

¹Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ташкент, Узбекистан

²Университет природных ресурсов и наук о жизни, Австрия, г. Вена

*e-mail: erkinkarimov92@gmail.com

ИХТИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РЕКЕ КОКСУ, УЗБЕКИСТАН, ПО ВЫЯВЛЕНИЮ КЛЮЧЕВЫХ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РЫБ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

Охрана биоразнообразия в ключевых районах биоразнообразия и природоохранных коридорах в центрально азиатском горном регионе становится все более актуальным в свете широкомасштабных антропогенных интервенций в природную среду, в частности, интенсивное развитие малой гидроэнергетики приводит к изменению и фрагментации среды обитания и резкому сокращению разнообразия водных организмов. В то же время, наука не располагает достаточными сведениями о зоогеографии даже таких крупных водных организмов как рыб в горных водных экосистемах Средней Азии. В настоящей статье приводятся результаты полевых исследований экологии рыб, проведенных в 2021–2022 гг. в горной реке Коксу, бассейн реки Шахимардан, Фергана, Узбекистан. Вопреки утверждениям местного населения об отсутствии рыбы в этой реке вообще, нами впервые было установлено наличие в ней 2 видов рыб: маринки – *Schizothorax eurystomus* Kessler, 1872 и гольца – *Triplophysa ferganaensis* Sheraliev and Peng, 2021. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оценке оптимальной среды обитания и изучению особенностей миграции с целью устранения фрагментации среды обитания и охраны ихтиофауны.

Ключевые слова: Гидроэнергетика, река Коксу, ихтиофауна, миграции рыб, фрагментация среды обитания.

E.B. Karimov^{1,*}, B.K. Karimov¹, Martin Schletterer², Daniel S. Hayes²

¹“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”
National research University, Uzbekistan, Tashkent

²University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute of Hydrobiology
and Aquatic Ecosystem Management, Austria, Wien

*e-mail: erkinkarimov92@gmail.com

Ichthyological research in the koku river, Uzbekistan to identify key fish species in the context of small hydropower development

The study of biodiversity in key areas and conservation corridors in the Central Asian mountainous region is becoming increasingly relevant in light of large-scale anthropogenic interventions in the natural environment. Particularly, the rapid expansion of hydropower development leads to extensive habitat alteration, fragmentation and degradation, reducing the biodiversity of aquatic organisms. At the same time, science does not have sufficient information about the biogeography of large aquatic organisms such as fish in mountain rivers of Central Asia. This study presents fish ecological data from field surveys conducted in 2021–2022 at Koku River, Shakhimardan river basin, Fergana Valley, Uzbekistan. Contrary to statements about the absence of fish from Koku River, we confirm the presence of two fish species: snow trout (*Schizothorax eurystomus* Kessler, 1872) and stone loach (*Triplophysa ferganaensis* Sheraliev and Peng, 2021). Further studies should assess habitat preferences and study fish migration patterns to support the conservation and elimination of habitat fragmentation.

Key words: Hydropower, Koku River, ichthyofauna, fish migration, habitat fragmentation.

Э.Б. Каримов^{1*}, Б.К. Каримов¹, Martin Schletterer², Daniel S. Hayes²

¹«Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты»
Ұлттық зерттеу университеті, Өзбекстан, Ташкент қ.

²University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Department of Water, Atmosphere
and Environment, Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management, Austria, Vienna
*e-mail: erkinkarimov92@gmail.com

Көксу өзенінде, Өзбекстанда шағын гидроэнергетиканың дамуы жағдайында негізгі қорғалатын балық түрлерін анықтау бойынша ихтиологиялық зерттеулер

Орталық Азия таулы аймағындағы биоалуантүрліліктің негізгі аймақтарында және табиғатты қорғау дәліздерінде Биоәртүрлілікті қорғау табиғи ортаға кең ауқымды антропогендік интервенциялар, атап айтқанда, шағын гидроэнергетиканың қарқынды дамуы тіршілік ету ортасының өзгеруі мен бөлшектенуіне және су организмдерінің әртүрлілігінің күрт төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, ғылымда Орталық Азияның таулы су экожүйелеріндегі балықтар сияқты ірі су организмдерінің зоогеографиясы туралы жеткілікті ақпарат жоқ. Осы мақалада 2021–2022 жылдары Көксу таулы өзенінде, Шахимардан өзенінің бассейнінде, Ферғана, Өзбекстанда жүргізілген балық экологиясын далалық зерттеу нәтижелері келтірілген. Жергілікті халықтың бұл өзенде балықтың жоқтығы туралы мәлімдемелеріне қайшы, біз алғаш рет онда балықтың 2 түрінің болуын анықтадық: маринки – *Schizothorax eurystomus* Kessler, 1872 және чольца – *Triplophysa ferganaensis* Sheraliev and Peng, 2021. Әрі қарайғы зерттеулер тіршілік ету ортасының фрагментациясын жою және ихтиофаунаны қорғау мақсатында оңтайлы тіршілік ету ортасын бағалауға және көші қон ерекшеліктерін зерттеуге бағытталуы керек.

Түйін сөздер: Гидроэнергетика, Көксу өзені, ихтиофауна, балық көші-қоны, тіршілік ету ортасының бөлшектенуі.

Введение

Горные реки Центральной Азии поддерживают разнообразие местообитаний видов рыб и других организмов, которые еще не так сильно подвержены влиянию деятельности человека по сравнению с реками, протекающими по долинам и равнинам [1; 2]. Если горные реки и водоемы условно разделить на высокогорные, среднегорные и предгорные, то даже в их пределах многие виды встречаются в определенных высотах. Например, голый осман занимает среднегорье, не встречается в высокогорье и никогда не спускается на равнинные участки рек [3; 4]. Следовательно, происходит изоляция популяций одного и того же вида в пределах даже разных притоков одного речного бассейна. Данное обстоятельство приводило к формированию весьма своеобразной ихтиофауны горных рек Центральной Азии со множеством ценных эндемичных видов [5]. В то же время, анализ имеющихся литературных сведений показывает крайне недостаточную изученность ихтиофауны Центрально-Азиатского региона. Имеющиеся данные в основном сильно устаревшие, касаются исследований рыбной фауны и развития рыболовства на равнинных водоемах до 1990-х годов [6; 7].

Международное законодательство также требует экологически устойчивое развитие сов-

ременной гидроэнергетики, а именно недопустимость вредного воздействия антропогенной деятельности на экосистемы рек, которые составляют основу устойчивого развития гидроэнергетики, к примеру охрана биоразнообразия и оценки экологических стоков в окружающей среде. Техничко-экономические обоснования объектов гидроэнергетики с самого начала должны включать экологическое обоснование [8; 9]. Однако, в течение последних десятилетий, начиная с 70-х годов прошлого столетия, антропогенные изменения гидрологического режима и качества воды рек путем практически полного регулирования стока, строительства огромного числа водораспределительных гидротехнических сооружений и водохранилищ, а также ирригационной сети тотально изменило условия обитания аборигенных видов рыб [10; 11]. Большинство объектов гидротехнического строительства в бассейнах рек малых, средних и больших рек производились без учета требования сохранения условий существования рыбных популяций.

Целью настоящей работы является смягчение и предотвращение возможных отрицательных эффектов гидротехнического строительства, путем проведения детальных ихтиологических исследований с применением современных инструментов для обеспечения сохранности разнообраз-

разия рыб с выявлением ключевых охраняемых видов, охраны мест обитания рыб и миграционных коридоров в уникальной горной реке Коксу, на которой правительством Узбекистана предусмотрено строительство малой ГЭС [9]. Согласно предварительным сведениям, примерно 65% стока реки будет изъято для подачи в турбины генератора, а остальная часть стока будет сохранен в качества экологического попуска для сохранения условий обитания водных организмов и экологических требований.

Материалы и методы

Объектом ихтиологических исследований в данной работе была выбрана река Коксу (рис.1), являющаяся притоком реки Шахимардансай (Шахимардан), зона формирования стока, которая расположена на территории Кыргызстана и Узбекистана (Шахимарданский эксклав). В центре экклава Шахимардан река Коксу соединяется с рекой Аксу и образует более крупную реку Шахимардан (39°59'25.78» 71°48'22.96»). Большая часть бассейна реки Шахимардан площадью 1300 км² является высокогорной, а длина составляет 112 км. В стоке реки Шахимардан имеется более десяти барьеров, особенно в ее среднем и нижнем течении, многие из которых полностью непроходимы для мигрирующей вверх по течению рыб.

Зона формирования стока реки Шахимардан находится в пределах Исфайрам-Шахимарданского КРБ (ключевого района биоразнообразия) и в 50 км от КРБ Сох (Сохский эксклав Узбекистана). Вся данная территория входит в природоохраненный коридор Туркестанские и Алайские горы в пределах республик Киргизстан, Таджикистан и Узбекистан согласно определению Фонда СЕРФ [12] (Фонд сотрудничества для сохранения экосистем в критическом состоянии). Следовательно, проведение исследований по изучению и сохранению биоразнообразия в реке Коксу, входящий в КРБ приобретает важное международное значение.

Река Шахимардан был действующим притоком реки Сырдарья до 1960-х годов. До этого времени потамодромные виды рыб из нижних частей, вероятно, могли заплывать до верхнего течения реки Шахимардан и ее притокам. Однако, начиная с 1960-х годов, развитие интенсивного забора воды для монокультуры хлопка привело к трансформации русла реки. Сегодня

русло реки изобилует каскадами водораспределительных сооружений и плотин на территории Киргизстана и Узбекистана без рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, которые очевидно образуют непроходимые преграды для рыб, приводящих к фрагментации ранее единой системы рек и речных участков. В результате, ниже поселка Вуадил Узбекистана река полностью разбирается на орошение полей Киргизстана и Узбекистана.

Согласно сведениям Узгидромета, среднемесячный расход воды реки Коксу колеблется в пределах 1.5 – 3.5 куб.м/с при минимальных и максимальных его значениях разброса от 1.42 до 6.64 куб.м/с в период 1980-2020гг. Среднеголетняя температура воды за период 2011-2020 гг. колеблется в пределах 9.3-9.7°С при ее минимальных и максимальных его значениях разброса: зимой от 8.1 (январь) до 9.0 (декабрь), а летом от 9.9 (июнь) 10.6 (август). В настоящее время эта река берет начало из горного озера Курбанкуль выше по течению на высоте около 1725 м над уровнем моря, которое образовалось в результате сильного землетрясения с образованием естественной наносной плотины в XVI веке. Озеро питается за счет таяния снега и ледников, часть его вод дренируя через наносную плотину внизу питает реку Коксу. Данное обстоятельство предопределяет уникальность реки Коксу, расход, годовой сток, и температура которой подвергается лишь незначительным колебаниям, а вода остается кристально прозрачной и чистой, а также не замерзает в течение года (за исключением лишь периода селейных потоков). Наверно поэтому с давних времен народ считает реку священной.

Исследования были проведены учеными кафедры экологии Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (НИУ ТИИИМСХ) под руководством профессора Б.К. Каримова совместно с университетом природных ресурсов и наук о жизни в Вене (BOKU ING), Австрия и научно-исследовательским институтом природы и леса в Бельгии (INBO). В течении 2021 и 2022 гг. организовали серию научных экспедиции в Шахимарданский эксклав. Были обследованы 8 разных участков реки начиная с верхнего течения до слияния с рекой Аксу и образования реки Шахимардан в центре одноименного поселка Шахимардан (см. рис. 1).

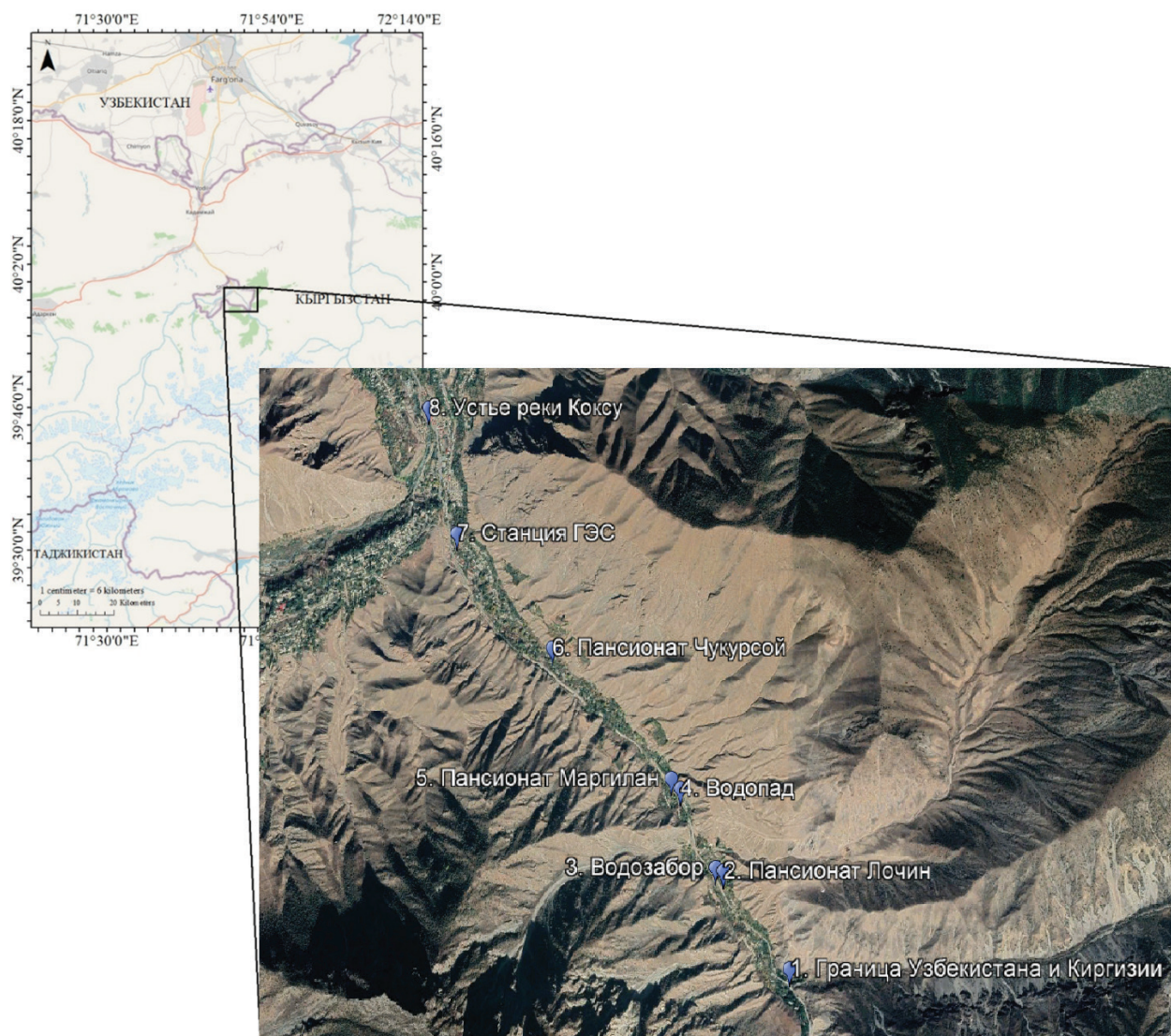


Рисунок 1 – Географическое расположение экклава Шахимардан (слева) и космический снимок бассейна реки Коксу (высота н.у.м. – 1514 м – 1311 м) с указанием точек исследования ихтиофауны.

В 2021 году исследования были проведены 4 экспедиции в зону реки Коксу в течение июля, августа, сентября и ноября месяцев с применением рыболовных сетей и мордушек, а в 2022 году с также применяли сертифицированные ранцевые электро-рыболовные инструменты Honda FEG 1500, 1.8 кВт, на применение которых было получено официальное разрешение государственного Комитета Республики Узбекистан по экологии и охране окружающей среды (письмо №03-02/1-711 от 01.04.2022). Данный инструмент не оказывает никакого вредного влияния на рыб. Наоборот, он предотвращает гибели рыб из-за травмирования или удушья при применении рыболовных сетей, позволяя при этом проводить быстрый и эффективный

лов рыбы на исследуемом участке реки. В зарубежных странах (Европейский Союз, США и др.) лицензионные электро-рыболовные инструменты давно используются в научно-исследовательских целях (SIST EN 14011:2003) [13]. И действительно, во время лова рыбы в данном исследовании выловленные электроловом рыбы уже через несколько минут чувствовали себя опять вполне нормально и бойко уплывали при выпуске их обратно в реку. С учетом этого, Госкомэкологии Республики Узбекистан дал разрешение на применение этого инструмента в научно-исследовательских целях. После поимки особей подходящего размера, рыб анестезировали с применением гвоздичного масла для последующего выпуска в реку после возвращения их

в нормальное состояние. А часть рыб фиксировали в 4%-ном формалине и проводили определение показателей длины, веса и упитанности маринок, так как они являются ключевым видом рыб в данной реке. Изучение рыб проводили по общепринятым методикам [14; 15].

Результаты и обсуждение

В начале наших исследований вопрос стоял о том, имеется ли вообще рыба в этой реке. Так как до сих пор никто не подозревал, что в реке Коксу, расположенной в эксклаве Шахимардан в Узбекистане, есть рыба. Местное население опрошенное нами также в один голос утверждали, что здесь вода очень холодная и имеет в своем составе много серы (так как питается грунтовой водой), из-за чего рыба не может выжить. Все указали на обилие рыбы в соседней реке Аксу, в основном маринок (*Schizothorax* sp.). Эти утверждения также были подтверждены местной администрацией. Также, до сегодняшнего дня в литературе не было зарегистрировано сведений о нахождении рыбы в этой реке. В то же время, устойчивая гидроэнергетика требует обеспечение максимальной экологической безопасности в плане охраны биоразнообразия и экосистемных услуг водных экосистем. В связи с этим, перед нами была поставлена задача научно доказать, есть или нет рыба в данной реке.

В июле и августе 2021 г. для ловли рыбы были применены только ставные сети, которые оказались очень неэффективными, и мы не смогли словить ни одной рыбы. Однако, естественно, это еще не могло быть доказательством отсутст-

вия рыбы. В ходе исследований в сентябре мы решили применить также несколько самодельных мордушек, которые оказались более эффективными, чем ставные сети. Действительно, во время исследований в сентябре 2021 г. у пансионата Чукурсай (станция 6) в установленные 3 мордушки в первый день попала одна маринок, а во второй день две маринок в разные мордушки. Таким образом, нами было доказано существование рыбы в реке Коксу, однако, предположили, что плотность популяции очень низкая. Проведенный анализ показал, что все пойманные рыбы относятся к виду *Schizothorax eurystomus* Kessler, 1872 [16; 17].

Позднее, во время нашей ноябрьской поездки мы визуально заметили скопление стайки рыб под мостом у санатория Маргилан (станция 5) на галечниковом дне реки под мостом. Тот же день там установили 3 мордушки и за 2 дня словили 24 экземпляров маринок. Однако, несколько выше этого участка, расположенного выше искусственного водопада (станция 4) высотой около 3.5 м до истоков реки вообще никакой рыбы не смогли найти. Все пойманные рыбы также относились к виду *S. eurystomus*. Возраст пойманных маринок колебался от 1 до 3 лет, при длине тела от 9.4 до 22 см и массе от 15.5 до 164.3 г. Основу улова (66%) составляли трех годовалые особи длиной от 13.2 до 22 см и массой 40.1-164.3 гр. Показатели упитанности как по Фультону (1.5-1.9), так и по Кларку (1.2-1.5) во всех возрастных группах были очень близки (Табл.1). По данным обратных расчислений, усредненный темп роста маринок составляла 7 см на 1 год жизни, 4.1 см на 2 год жизни, 3.3 см на 3 год жизни.

Таблица 1 – Темп роста маринок (*S. eurystomus*) из реки Коксу в 2021 г.

Показатели	Возраст рыбы по годам:		
	1+	2+	3+
Средняя длина (l), см	10.6	14.6	16.2
Колебание длины, см	9.4-11.5	14-17.5	13.2-22
Средний вес, г	20.5	54.1	74.7
Колебание веса, г	15.5-24.8	38.4-85.3	40.1-164.3
Средний коэффициент упитанности по Фультону – К(ф)	1.7	1.7	1.6
Пределы колебания К(ф)	1.6-1.9	1.6-1.8	1.5-1.7
Средний коэффициент упитанности по Кларку- К(к)	1.4	1.4	1.4
Пределы колебания К(к)	1.3-1.5	1.4-1.4	1.2-1.5
Кол-во экз. рыб	3	4	14

Наряду с этим следует отметить, что изучение зоо-, и фито-бентоса, а также перифитона реки показало существование богатой кормовой базы для маринки, которая питается в основном донными организмами, соскабливая их с помощью ротового чехлика с каменистого дна. Взрослая маринка питается в основном растительной пищей и детритом, которые составляют от 50% до 80% общей массы пищи. Поедает так же падающих на воду насекомых и остатки живых организмов, сносимых вниз по течением и мелкую рыбу (голец, подкаменьщик, маринка) до 4.9% от общей массы пищи [18, 19]. Большинство субстрата дна состояло из крупных и средних валунов, а также мелкого камня и песка, которые были довольно густо покрыты водорослями, которые служили отличным местообитанием для зообентоса.

В 2022 году первый поездка в район исследования проводилось в марте, однако на этот раз мы не предпринимали попыток ловить рыбу, а изучили расположение миграционных барьеров для рыб, как в реке Коксу, так и в реках Аксу и Шахимардан. В начале апреля международная команда исследователей из Германии, Австрии, Бельгии и Узбекистана осуществили 10-дневную поездку в район исследования. На этот раз мы, совместно с учеными из Австрии применили сертифицированный ранцевый электрорыболовный аппарат, с помощью которого детально обследовали весь бассейн реки Шахимардан в пределах узбекского эксклава Шахимардан.

Применение электрорыболовного инструмента в реке Коксу на этот раз позволило нам в добавок к маринке, также обнаружить гольца (*Nemachilus* sp.) идентичного на того же вида в реке Шахимардан. Однако, здесь гольцы были найдены только в устьевой части реки (станция 8) и несколько выше. Здесь было поймано 65 осо-

бей маринок разного возраста, 3 особей гольцов. Проведенные тщательные исследования доказали, что рыба абсолютно отсутствует выше водопада. что подтвердило наши данные, полученные осенью 2021 г. Установлено, что вся рыба накапливаются в нижнем бьефе искусственного водопада. Это доказывает, что водопад является непроходимым барьером для рыб и не позволяет им мигрировать выше по течению. Согласно сведениям местных старожилов, данный водопад был образован в результате строительства дороги и связанной с этим проведения взрывных работ по переносу русла реки в 1970х годах. Вполне возможно, что до этого рыбы имели возможность мигрировать выше этой точки, до самых истоков реки.

Поскольку были пойманы всего 3 экз. гольца, мы решили не приводить их в табличной форме. Стандартная длина тела: от 113 до 130 мм, масса от 10 до 13 г. Возраст и пол пойманных гольцов не определяли.

Таким образом, применение электрорыболовного инструмента позволил нам доказать, что в настоящее время что во всей системе реки Шахимардан обитают только 2 вида рыб: маринка (*S. Eurystomus*; рис.2) и голец пока неизвестного вида (*Nemachilus* sp.; рис.3). Следует отметить, что ранее Sheraliev & Peng [20] заявляли о находке нового вида гольцов – *Triplophysa ferganaensis* Sheraliev & Peng, 2021 в верховьях реки Аксу в бассейне реки Шахимардан. Кроме того, эти же авторы обнаружили недалеко от реки Шахимардан другой вид – *Triplophysa strauchii*. Проведенное нами сравнение морфометрических показателей дает основание с некоторой уверенностью предполагать, что это *T. ferganaensis*. Однако, пока не будут известны результаты ДНК-анализа, невозможно с уверенностью сказать, к какому виду относится пойманный нами голец.

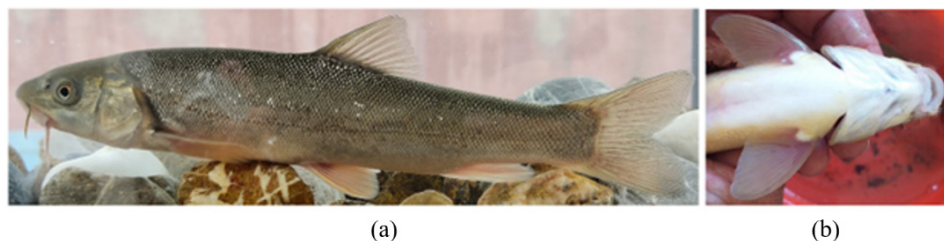


Рисунок 2 – *Schizothorax eurystomus* Kessler, 1872 найденный в реке Коксу (а) и ее ротовой аппарат (б) с заметным острым ротовым чехликом.



Рисунок 3 – *Nemachilus sp.* найденный в реке Коксу (а) и ее ротовой аппарат (б).

В связи с тем, что температура в реке Коксу была выше (9.5°C) и количество пойманных рыб было значительно больше, чем после слияния с рекой Аксу (7.7°C), мы предполагаем, что более высокая температура Коксу может являться более подходящей средой для зимования маринки и может играть ключевую роль в ее жизненном цикле. Кроме того, постоянные расходы и стабильно более высокая температура воды приводит к развитию кормовой базы реки Коксу в течение даже зимних периодов, что привлекает рыб к миграции в эту речную систему. Устранение двух полных миграционных барьеров: бетонного водораспределительного сооружения и искусственного водопада высотой около 3.5 м в русле реки Коксу приведет к еще большему увеличению ее значения для популяций рыб. Это предположение может быть научно подтверждено после дальнейшего отслеживания миграции рыб в будущем.

Заключение

Нами впервые установлено факт существование рыбы в реке Коксу, бассейн реки Шахимардан, в эксклаве Шахимардан Ферганского района Ферганской области Республики Узбекистан. Ихтиофауна реки Коксу состоит в основном из маринки (*S. eurystomus* Kessler, 1872), и гольца (*Triplophysa ferganaensis* Sheraliev & Peng, 2021). Последний вид встречается довольно редко и только в нижнем течении и устьевых участках. Местное население если раньше не знало об обитании рыбы в их реке, то сейчас они уже осведомлены о наличии рыбы в реке. Хотя население Шахимардана издревле славится своими традициями беречь эту

реку как священную, случаи неконтролируемой любительской ловли рыбы, особенно в весенний нерестовый период встречаются довольно часто. В связи с этим, возникает необходимость принятия мер по охране рыбных ресурсов этой очень чувствительной речной экосистемы, особенно с учетом усиления гидроэнергетического строительства в будущем.

Нами рекомендовано обязательное строительство рыбозащитных и рыбопропускных устройств при намечаемом строительстве ГЭС в среднем течении реки Коксу. Кроме того, рекомендовано устранить все барьеры на пути миграции рыб по реке, что позволит восстановить единство уникального речного континуума.

Экологические условия реки Коксу, а также всего бассейна реки Шахимардан вполне подходят для существования рыбных популяций. Положительные стороны экосистемы реки в качестве местообитания рыб включает в себя: наличие круглогодичного стока воды с довольно стабильными расходами воды, постоянство температуры в пределах $8.1-10.6$, отсутствие ледовых явлений, а также стабильное развитие кормовой базы в течение всего года.

Источники финансирования

Этот проект получил финансирование от исследовательской и инновационной программы Европейского союза "Горизонт 2020" в соответствии с грантовым соглашением № 101022905.

Благодарность, конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. Karimov, B. K., S. S. Shoergashova, Fadong Li, V. N. Talskikh, and L. N. Latisheva. "Impact of agricultural development on water quality in Zarafshan River, Uzbekistan, Central Asia: Trends since 1960s." In *Current Directions in Water Scarcity Research*, vol. 5, pp. 411-436. Elsevier, 2022. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85378-1.00021-0>
2. Karimov, B. K., and V. N. Talskikh. "Biodiversity of Indicator Biocenoses of Lotic Ecosystems of the Aral Sea Basin, Central Asia, Used in Hydrobiological Monitoring." In *Biodiversity, Conservation and Sustainability in Asia: Volume 2: Prospects and Challenges in South and Middle Asia*, pp. 1031-1061. Cham: Springer International Publishing, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73943-0_57
3. Тимирханов, С. Р. "Экологическая изменчивость голого османа (*gymnoditychus dybowskii* (kessler, 1874)) в водоемах средней азии и казахстана." *Вестник КазНУ. Серия экологическая* 28, no. 2 (2016).
4. Тимирханов, Серик Ракишжанович. "Морфоэкологическая характеристика популяций чешуйчатого османа (*Ditychus maculatus* Steindachner, 1866) в водоемах Центральной Азии." *Астраханский вестник экологического образования* 2 (36) (2016): 38-46.
5. Мамиллов Н. Ш., Каримов Б. К., Jörg Freyhof. (2021). Статус аборигенных непромысловых рыб Центральной Азии. *Selevinia*. Т. 29. С. 137-138.
6. Берг, Лев Семенович. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Vol. 27. Изд-во Академии Наук СССР, 1948.
7. Никольский, Г. В. "Рыбы Таджикистана." *Тр. Тадж. базы АН СССР, М., Л., АН СССР* (1938).
8. EU 2018. (2018). Guidance on the requirements for hydropower in relation to EU Nature legislation. Luxembourg: Publications Office of the European Union. P. 87
9. Jorde, Klaus, Bertalan Alapfy, Hannah Schwedhelm, Tobias Siegfried, Helmut Habersack, Jan De Keyser, Daniel S. Hayes, Anushik Purushottam, Matthias Schneider, and Oytüre Anarbekov. "EU supports small hydropower in Central Asia." *The International Journal on Hydropower & Dams* 29, no. 5 (2022): 52-59.
10. Hayes, Daniel S., Julia M. Brändle, Carina Seliger, Bernhard Zeiringer, Teresa Ferreira, and Stefan Schmutz. "Advancing towards functional environmental flows for temperate floodplain rivers." *Science of the Total Environment* 633 (2018): 1089-1104.
11. Karimov, B. K., M. Matthies, V. Talskikh, M. A. Plotsen, and E. B. Karimov. "Salinization of river waters and suitability of electric conductivity value for saving freshwater from salts in Aral Sea Basin." *Asian Journal of Water, Environment and Pollution* 16, no. 3 (2019): 109-114.
12. Фонд CEPF. (2017). Очаг биоразнообразия в Центральноазиатском горном регионе. С. 230. <https://www.cepf.net/sites/default/files/mountains-central-asia-ecosystem-profile-russian.pdf>
13. Reynolds, J. B., A. L. Kolz, A. V. Zale, D. L. Parrish, and T. M. Sutton. "Electrofishing" *Fisheries techniques*, 3rd edition. American Fisheries Society (2012).
14. Зиновьев, Евгений Александрович, Сергей Анатольевич Мандрица. "Методы исследования пресноводных рыб." Пермь: Пермский университет (2003).
15. Freyhof, Jörg, and Maurice Kottelat. "Handbook of European freshwater fishes." (2007).
16. Fricke R., Eschmeyer W. N., and van der Laan R. 2019. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References, Version 05/2019, Eds. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
17. Karimov B. *Schizothorax eurystomus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: T169838369A169838374, Version 30/2022. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T169838369A169838374.en>
18. Турдаков Ф. А. (1963). Рыбы Киргизии. Фрунзе, Изд-во АН КирССР. С. 283.
19. Burnashev, M. S. "Snow trouts of the Zeravshan River." *Proc. Kishinev State Univ.(Biol.)* 4 (1952): 111-125.
20. Seraliev, Bakhtiyor, and Zuogang Peng. "Triphlophysa ferganaensis, a new loach species from Fergana Valley in Central Asia (Teleostei: Nemacheilidae)." *Journal of Fish Biology* 99, no. 3 (2021): 807-817. <https://doi.org/10.1111/jfb.14764>

References

1. Berg, Lev Semenovich. *Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran*. Vol. 27. Izd-vo Akademii Nauk SSSR, 1948. (In Russian)
2. Burnashev, M. S. "Snow trouts of the Zeravshan River." *Proc. Kishinev State Univ.(Biol.)* 4 (1952): 111-125.
3. EU 2018. (2018). Guidance on the requirements for hydropower in relation to EU Nature legislation. Luxembourg: Publications Office of the European Union. P. 87
4. Фонд CEPF. (2017). Очаг биоразнообразия в Центральноазиатском горном регионе. С. 230. <https://www.cepf.net/sites/default/files/mountains-central-asia-ecosystem-profile-russian.pdf> (In Russian)
5. Freyhof, Jörg, and Maurice Kottelat. "Handbook of European freshwater fishes." (2007).
6. Fricke R., Eschmeyer W. N., and van der Laan R. 2019. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References, Version 05/2019, Eds. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
7. Hayes, Daniel S., Julia M. Brändle, Carina Seliger, Bernhard Zeiringer, Teresa Ferreira, and Stefan Schmutz. "Advancing towards functional environmental flows for temperate floodplain rivers." *Science of the Total Environment* 633 (2018): 1089-1104.
8. Jorde, Klaus, Bertalan Alapfy, Hannah Schwedhelm, Tobias Siegfried, Helmut Habersack, Jan De Keyser, Daniel S. Hayes, Anushik Purushottam, Matthias Schneider, and Oytüre Anarbekov. "EU supports small hydropower in Central Asia." *The International Journal on Hydropower & Dams* 29, no. 5 (2022): 52-59.

9. Karimov B. *Schizothorax eurystomus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: T169838369A169838374, Version 30/2022. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T169838369A169838374.en>
10. Karimov, B. K., and V. N. Talskikh. "Biodiversity of Indicator Biocenoses of Lotic Ecosystems of the Aral Sea Basin, Central Asia, Used in Hydrobiological Monitoring." In *Biodiversity, Conservation and Sustainability in Asia: Volume 2: Prospects and Challenges in South and Middle Asia*, pp. 1031-1061. Cham: Springer International Publishing, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73943-0_57
11. Karimov, B. K., M. Matthies, V. Talskikh, M. A. Plotsen, and E. B. Karimov. "Salinization of river waters and suitability of electric conductivity value for saving freshwater from salts in Aral Sea Basin." *Asian Journal of Water, Environment and Pollution* 16, no. 3 (2019): 109-114.
12. Karimov, B. K., S. S. Shoergashova, Fadong Li, V. N. Talskikh, and L. N. Latisheva. "Impact of agricultural development on water quality in Zarafshan River, Uzbekistan, Central Asia: Trends since 1960s." In *Current Directions in Water Scarcity Research*, vol. 5, pp. 411-436. Elsevier, 2022. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85378-1.00021-0>
13. Mamilov N. Sh., Karimov B. K., Jörg Freyhof. (2021). Status aborigennyh nepromyslovyh ryb Central'noj Azii. *Selevinia*. T. 29. S. 137-138. (In Russian)
14. Nikol'skij, G. V. "Ryby Tadzhikistana." *Tr. Tadzh. bazy AN SSSR, M., L., AN SSSR (1938)*. (In Russian)
15. Reynolds, J. B., A. L. Kolz, A. V. Zale, D. L. Parrish, and T. M. Sutton. "Electrofishing" *Fisheries techniques*, 3rd edition. American Fisheries Society (2012).
16. Sheraliev, Bakhtiyor, and Zuogang Peng. "Triplophysa ferganaensis, a new loach species from Fergana Valley in Central Asia (Teleostei: Nemacheilidae)." *Journal of Fish Biology* 99, no. 3 (2021): 807-817. <https://doi.org/10.1111/jfb.14764>
17. Timirhanov, S. R. "Jekologicheskaja izmenchivost' gologo osmana (*gymnodiptychus dybowskii* (kessler, 1874)) v vodoemah srednej azii i kazahstana." *Vestnik KazNU. Serija jekologicheskaja* 28, no. 2 (2016). (In Russian)
18. Timirhanov, Serik Rakishzhanovich. "Morfojekologicheskaja karakteristika populjacij cheshujchatogo osmana (*Diptychus maculatus* Steindachner, 1866) v vodoemah Central'noj Azii." *Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovaniya* 2 (36) (2016): 38-46. (In Russian)
19. Turdakov F. A. (1963). *Ryby Kirgizii*. Frunze, Izd-vo AN KirSSR. S. 283. (In Russian)
20. Zinov'ev, Evgenij Aleksandrovich, Sergej Anatol'evich Mandrica. "Metody issledovaniya presnovodnyh ryb." Perm': Permskij universitet (2003). (In Russian)