

Материалы и методы

В низовьях реки Шу основной материал собирался осенью 2021 года. Для обследований ихтиофауны пойменных водоемов были выбраны 3 крупные системы разливов - Уланбельская, Камкалинская и Акжайкынская. На Уланбельской и 27 Камкалинской пойменных системах были обследованы по одному наиболее полноводному на момент исследований озеру – Караколь и Большой Камкалы, соответственно. На концевой, самой нижней системе обследованы два озера - Акжайкын и Акколь с удаленностью друг от друга около 40 км.

Для отлова рыб в пойменных озерах использовались ставные жаберные сети с размером ячеи 24-90 мм. На каждом озере было произведено по одной сетепостановке. Сети выставлялись на ночь с экспозицией не менее 12 часов.

Изучение видового состава ихтиофауны, сбор и обработка ихтиологического материала проводились по общепринятым методикам [1].

Относительная численность переведена в соотношение количества экземпляров на сетесутки (улов на 100 м сетей за 24 часа) [2].

Всего было отловлено и проанализировано 255 экземпляров рыб.

Физико-географическое описание района исследований

Бассейн реки Шу в пределах водосбора почти полностью расположен на территории Кыргызстана, на склонах Киргизского хребта. Лишь его нижняя часть, находящаяся в предгорной и полупустынной зоне, заходит на территорию Казахстана. Площадь бассейна реки Шу составляет около 148 000 км²; он граничит на юге с бассейном Сырдарьи (Нарын), на западе – с бассейном Таласа, на севере – с бассейном Или, на востоке – с бассейном Иссык-Куля. Длина реки составляет около 1100 км. На значительном протяжении своего течения по территории Кыргызстана река Шу одновременно служит административной границей между Кыргызстаном и Казахстаном. На территории Казахстана река Шу не имеет притоков, за исключением реки Курагаты, впадающей в нее слева на границе Мойынкумских песков. На расстоянии 1000–1100 км от истока, в глубине Мойынкумских песков, река Шу заканчивается цепью системы бессточных озер Акжайкын, крупнейшим из которых является озеро Саумал-Коль, которое является конечным водоемом для стока реки. В нижнем течении вода реки характеризуется значительным повышением минерализации [3].

Водосборный бассейн реки Шу расположен частью в высокогорной зоне, выше линии вечных снегов, частью в пониженной горной и предгорной зонах, в области накопления «сезонных» снегов. Соответственно этому питание рек такого смешанного типа происходит как за счет таяния ледников и снежников, так и за счет таяния запасов зимних снегов пониженных частей бассейна. Благодаря таким особенностям водосборного бассейна, в реках такого типа питания наблюдается ряд последовательных половодий и паводков, начиная с периода весеннего снеготаяния и кончая периодом таяния ледников и высокогорных запасов снега. Реки смешанного типа питания имеют наиболее благоприятное распределение годового стока для практического использования. Однако из-за разбора воды на орошение как из нее, так из притоков, в отдельные летние месяцы река несет 8 меньше воды, чем осенью и зимой, когда прекращаются поливы. В зимние месяцы, в связи с прекращением разбора воды на орошение и уменьшением испарения, среднемесячные расходы увеличиваются. Река Шу и ее притоки являются важнейшим источником ирригационного водоснабжения на территории как Кыргызстана, так и Казахстана [3].

На границе с Мойынкум в реку Шу с Киргизского хребта впадает последний приток – река Курагаты, приносящая свои воды в русло Шу лишь в периоды высокой водности. В районе села Мойынкум река Шу поворачивает на северо-запад, при этом скорость течения резко снижается. Здесь русло реки разделяется на несколько рукавов, которые в половодье образуют обширные Уланбельские и Камкалинские разливы. Площадь бассейна реки Шу

на территории Казахстана составляет 67 500 км² (включая замкнутые участки в нижнем течении и прилегающие пустынные территории). Площадь водосбора, ограниченная водосливом у села Амангельды ниже впадения притока Курагаты, составляет 38 400 км². В настоящее время гидрологические наблюдения за стоком реки на территории Казахстана ведутся на трех гидропостах: Благовещенское, Ташуткуль, Уланбель (в протоках Большая Арна, Малая Арна). Гидропост Амангельды был закрыт в 1993 году и перенесен на Мойыкумский гидроузел, который, в свою очередь, был закрыт в июле 1998 года [4]. Самыми нижними концевыми озерами бассейна реки Шу является система Акжайкын – бессточное солёное озеро (или группа озёр) на дне впадины Ащиколь на северо-западе Сузакского района Туркестанской области. Средняя площадь системы разливов – 48,2 км², глубина – 3 м. Объём воды изменяется в зависимости от количества атмосферных осадков. Береговая линия преимущественно ровная. В период паводка воды реки Шу достигают озера, в остальное время года река теряется в песках Мойынкум [5].

Для обследований ихтиофауны пойменных водоемов были выбраны 3 крупных системы разливов - Уланбельская, Камкалинская и Акжайкынская. В каждой системе для обследования было выбрано по одному наиболее полноводному на момент исследований озеру.

Озеро Караколь. Входит в Уланбельскую систему пойменных озёр. Согласно доступным источникам, озеро Караколь относится к водоемам рыбохозяйственного назначения и расположено в среднем течении реки Шу, восточнее поселка Уланбель, на расстоянии 25-30 км. Площадь озера сильно изменчива и зависит от объемов стока воды по р. Шу. Так, например, в 2001 г. озеро Караколь имело площадь около 460 га [6]. Озеро к середине лета обычно разделяется на 2 чаши. Максимальные глубины в озере достигают 3,5 м (средняя 2 м). Дно озера практически ровное, грунт глинисто-песчаный, сверху покрыт черным наилком и остатками не перегнившей растительности, при взмучивании с обильным запахом сероводорода. При низком уровне воды в озерах возможны заморы летом и зимой. Зарастаемость водоемов надводной растительностью (тростник, камыш, рогоз) достигает 25-30%; подводная растительность составляет 50-65%.

На динамику водного режима озера оказывает воздействие ряд факторов как естественного (приток и осадки, испарение и фильтрация), так и антропогенного (зарегулирование стока реки, использование для орошения, режим сработки) характера. Эти факторы тесно взаимосвязаны и разделить их в общем водном балансе озёр не представляется возможным.

Начало ледостава происходит во второй половине декабря, распадение льда – в конце марта - начале апреля. Толщина льда, в зависимости от погодных условий, может достигать 25-80 см. В начале апреля температура воды достигает 9-12°C, а в мае – до 20°C, на мелководных участках в районах нерестилищ вода в апреле-июне на 1-2 градуса выше. В целом, водность реки напрямую влияет на условия обитания гидробионтов, в основном, через изменение температурного режима; обводнение озёр, поступление биогенов.

Содержание растворенного кислорода в воде от 2 до 14 мг/л, рН слабощелочная 7,2-7,6, жесткость воды в среднем 15,9 мг-экв/л, перманганатная окисляемость 7,0-14,3 мг/л. Общая минерализация составляет около 945-1240 мг/л. В общем, можно отметить, что гидрохимический режим пригоден для рыбохозяйственного использования водоема [6].

Исследования, проведенные за период с 1990 по 2001 гг., показали, что кормовая база озёр среднего и нижнего течения реки Шу претерпела изменения. В озерах среднего и нижнего течений наблюдалась тенденция к снижению биомассы кормовой базы озёр с очень высококормных до высококормных, запасы зоопланктона сократились в 3-6 раз [7]. В озере Караколь в 2001 году наблюдается дефицит зоопланктона [6].

В макрозообентосе во всех озерах р. Шу, начиная с Ташуткульского водохранилища и кончая оз. Б. Камкалы, наблюдается огромный дефицит бентических организмов. В озере Караколь численность и биомасса зообентоса характеризовала водоем как очень низкокормный.

Высшая водная и погруженная растительность в озерах среднего и нижнего течений р. Шу занимает до 30-70% их площадей.

В целом можно отметить, что по высшей водной растительности и зоопланктону водоемы среднего и нижнего течений р. Шу можно характеризовать как высококормные, а по макрозообентосу, где наблюдается сильный дефицит кормовых организмов, мало или очень малокормные [6].

Озеро Большой Камкалы входит в состав Камкалинской системы пойменных водоемов или разливов и имеет площадь водной поверхности около 700 га. Водообеспечение озера осуществляется донными родниками, атмосферными осадками, но в основном весенними паводковыми водами реки Шу. Из-за полного зарегулирования реки и сооружения в среднем течении Ташуткульского водохранилища (имеющего статус ирригационного водохранилища), основная масса паводковых вод задерживается в нем. Попуски воды из Ташуткульского водохранилища осуществляются только после заполнения его до проектной отметки. Поскольку озеро расположено в нижнем течении реки, паводковых вод недостаточно для заполнения его акватории. Так, за периоды 1982-1983, 1985-1988, 1993-95 гг. рыба не добывалась, так как в эти периоды озеро стояло сухим [6].

Дно озера ровное, грунт песчаный, песчано-илистый. Средняя глубина в пределах 3,5 метров, максимальная около 6 метров. Озеро солоноватое, грушевидной формы. При режиме стабильной водности, химический состав воды вполне благоприятен для обитания в нем гидробионтов. При существующем водном балансе озера – наполнение до апреля - сработка до ноября-декабря, возможны не только вспышки численности различных видов, но и их вымирание, а также частая смена доминирующих видов в промысле. В целом гидрохимический режим благоприятен для обитания в нем гидробионтов при гарантированном водообеспечении. При низком уровне в зимний период и значительном содержании сероводорода в илах возможны заморные явления и гибель рыб. Достаточная водность в период 1998-2001 гг. позволила не только увеличить запасы промысловой ихтиофауны озера, но и вести на нем добычу рыбы в объемах до 50 тонн [6].

Система пойменных озера Акжайкын. Наиболее крупным и постоянно действующим в данной пойменной системе является озеро Акжайкын. Озеро территориально расположено в Сузакском районе Туркестанской области в нижнем течении р. Шу. В 2004 г. максимальная площадь оз. Акжайкын составляет 5620 га. В редкие многоводные годы озеро увеличивает площадь за счет разлива воды в солончаковые понижения. Дно озера ровное, грунт песчано-илистый. Средняя глубина в пределах 1,8 метра, максимальная около 5,4 метра. Озеро солоноватое до 7 промилле [8]; по нашим данным, в октябре 2021 г. соленость составляла 9,5 промилле. Водообеспечение озера осуществляется атмосферными осадками, но в основном весенними паводковыми водами р. Шу. Паводковых вод не всегда достаточно для заполнения акватории. Так, за периоды 1982-1983, 1985-1988, 1993-99 гг. рыба из озера не добывалась, так как оз. Акжайкын в эти периоды практически высыхало, и тысячи тонн рыбы гибло от заморов. С 2000 г. наблюдается поступление воды в низовья р. Шу и заполнение водоема, в связи с этим произошло восстановление ихтиофауны. По рыбохозяйственному значению имеет статус «периодически заморный водоем с негарантированным водообеспечением». С 2003 г. на озере ведется стихийный 29 промысел ценных промысловых видов рыб: сазана, жереха, змееголова, щуки. В целом гидрохимический режим благоприятен для обитания в нем гидробионтов при гарантированном водообеспечении. При низком уровне воды в зимний и летний периоды и значительном содержании сероводорода в илах возможны заморные явления и гибель рыбы [8].

Озеро Акколь. Кроме озера Акжайкын, к этой же системе мы отнесли и озеро Акколь, находящееся в 40 км выше по течению левого рукава р. Шу – Шетки Шу. Озеро Акколь представляет собой межбарханное понижение, заполняемое как паводковыми водами реки, так и сооруженной самоизливающейся скважиной. Сведениями по расходу

воды в данной скважине мы не располагаем, однако визуальные наблюдения позволяют считать, что воды достаточно для поддержания благоприятного гидрологического режима озера в течение всех сезонов. Дно озера илисто-песчаное, глубины достигают не менее 3 м. Берега по всей акватории – заросшие тростником шириной 5-20 м, с небольшими рукотворными прогалинами.

Озеро Акколь в рыбохозяйственных нормативно-правовых актах относится к пойменным водоемам протоки Шетки Шу Сузакского района Туркестанской области. Справки по гидрологии и другим данным по этому озеру в доступных нам источниках мы не обнаружили. Однако оз. Акколь упоминается в отчете ТОО «VITA» в обобщенном описании проблем рыбохозяйственного использования водоемов низовий р. Шу: «Видовой состав ихтиофауны бассейна р. Шу в пределах ЮКО представлен 9-ю видами: сазан, лещ, плотва, судак, красноперка, язь, змееголов, аральский жерех, щука, окунь. Основными промысловыми видами являются сазан, змееголов, щука, жерех. Промысловые запасы интенсивно осваиваются с 2003 по 2004 гг. на системе озер Акжайкын. Из-за большой удаленности от районных центров, удаленности от мест переработки и реализации рыбной продукции отдельные промысловые участки не осваиваются промыслом. Большим сдерживающим фактором является также отсутствие ко многим участкам подъездных путей. Проблематично освоение промысловых запасов по сорах вдоль реки Шу, ее проток Шетки и озера Акколь». [8]

Сведения об ихтиофауне низовий реки Шу, история ее формирования, изучения и экономического использования.

Бассейны малых водоемов, расположенных между Аральским морем и озером Балхаш, относят к Аральскому подбассейну [3]. Таким образом, бассейн реки Шу по составу ихтиофауны близок к Аральскому бассейну. На территории Казахстана река Шу имеет два явно отличных по гидрологическим условиям участка, образующих различные биотопы и, соответственно, имеющих различную ихтиофауну. География бассейна обуславливает его условное разделение в пределах Казахстана на степную и пустынную нижнюю зоны. Ниже приведены данные по историческому распределению аборигенной ихтиофауны в период естественного гидрологического режима бассейна.

Степная зона течения р. Шу характеризуется высокой мутностью воды и большой силой разрушения мягких лессовых берегов – следствие быстрого течения (0,5-1,5 м/сек). Дно песчаное, местами в ямах заиленное, а на перекатах – крупнопесчанистое или состоит из спрессованных песчаников и мелкой гальки. В силу больших глубин гидротермический режим более ровный, чем в предгорной зоне. Кормовая база богато развита в придаточных водоемах и очень бедна в русловой части, что приводит к хищничеству таких мирных рыб, как маринка, аральский и туркестанский усачи. Ихтиоценозы степной зоны течения представлены рыбами туркестанского комплекса: остролючка (*Capoetobrama kuschakewitschi*), быстрянка (*Alburnoides bipunctatus*), теплолюбивыми формами аральской фауны: туркестанский усач (*Luciobarbus capito conocephalus*), сом (*Silurus glanis*), сазан (*Cyprinus carpio*), плотва (*Rutilus rutilus*), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*), спустившимися с верхних зон представителями нагорно-азиатской фауны: маринка (*Schizothorax argentatus*), тибетский голец (*Triplophysa stoliczkai*) и пришельцами с севера – это елец (*Leuciscus leuciscus*), язь (*Leuciscus idus*), щука (*Esox lucius*), окунь (*Perca fluviatilis*).

Пустынная зона течения р. Шу (от с. Мойынкум до низовий). Течение замедленное, что способствует сильному зарастанию водоемов нижней зоны, русло часто теряется в зарослях тростника, разбиваясь на отдельные рукава (узяки). Вода просветленная, грунты – заиленные пески, серые и черные илы. Вода в отшнуровавшихся озерах и старицах в силу чрезмерного испарения имеет повышенную минерализацию. Эти водоемы подвержены летним и зимним заморам. Ихтиоценозы представлены рыбами аральского комплекса: сазан, жерех (*Aspius aspius*), плотва, красноперка, сом, реже встречаются аральский и туркестанский усачи, а также представители сибирской ихтиофауны: окунь, щука, язь [9].

Вероятно, в силу меньшего рыбохозяйственного значения по сравнению с Аральским и Балхашским бассейнами, сведения об ихтиофауне реки Шу не столь обширны. Исследования рыбного населения этих рек были начаты в XIX веке Н.А. Северцовым. Детальные сведения о видовом составе были получены П.А. Дрягиным в результате работы комплексной киргизской экспедиции Академии наук СССР, труды которой опубликованы в 1936 г. В последующем исследования проводились Ф.А. Турдаковым, И.А. Пивневым [10]. В последние годы ихтиофауне этой реки посвящены исследования Н.Ш. Мамилова, Г.Н. Дукравца [11], Ф.В. Климова [12] и др. В середине XX века было положено начало исследованиям паразитофауны рыб из водоемов южного Казахстана, в частности и из реки Шу с ее дельтовыми озерами и рукавами [13].

Рыбохозяйственное использование ихтиофауны

Рыбохозяйственное использование ихтиофауны водоемов нижнего течения реки Шу уже на протяжении минимум 70 лет нестабильно, что обусловлено в значительной степени флуктуирующим гидрологическим режимом. Из-за продолжительной деградации экосистемы бассейна реки Шу большинство водоемов потеряли рыбохозяйственное значение. Уже к концу XX века Камкалинская система озер в низовьях реки Шу из-за полного зарегулирования стока потеряла рыбопромысловое значение. В пятидесятых годах XX века эти разливы вместе с Казотской системой разливов на р. Талас ежегодно давали до 500 т рыбы [14]. По состоянию на 1965-1967 годы даже самое нижнее озеро Акжайкын сохраняло некоторое рыбохозяйственное значение [12].

После продолжительного дисбаланса водных ресурсов бассейна реки Шу на непродолжительный период установился благоприятный гидрологический режим. В начале XXI века рыбохозяйственные исследования проводились в период обильного паводка. Это создало хорошие условия для развития рыбных запасов в нижнем течении реки Шу. Например, система озер Акжайкын за период 1974-2000 гг. являлась концевой на р. Шу, ниже русло реки уже не прослеживалось. Однако 2001-2004 годы были полноводными, что обеспечивало ежегодное заполнение всей пойменной системы реки Шу. Река Шу не только заполнила всю пойму, но и увеличила её привычные границы. Далее через систему озер Акжайкын р. Шу вошла в Ащикольскую систему озер и слилась с р. Сарысу и озером Теликоль. Поступление воды в озеро Теликоль способствовало обводнению водоема; в весенне-нерестовый период значительная часть ихтиофауны, в основном щука, жерех, сазан, змееголов, поднялись до оз. Акжайкын и образовали здесь жилую форму. Благодаря хорошим условиям нереста в весенний период наблюдалось резкое увеличение численности сазана, и к 2004 году промысловые запасы увеличились до 1500 тонн [8]. В этой связи на 2005 г. рыбохозяйственной наукой были рекомендованы оптимально допустимые уловы (ОДУ) в системе озера Акжайкын суммарно по всем 5 видам – 350 тонн (Таблица 1).

Таблица 1. Рекомендованные научными исследованиями лимиты рыбы в пойменных водоемах р. Шу, в тоннах

Виды рыб	Система озер Акжайкын	оз. Караколь	оз. Большой Камкалы	
	На 2005 г.	На 2002 г.	На 2000 г.	На 2002 г.
Щука	5,2	2	15	2
Лещ	-	2	5	5
Язь	-	1	5	1
Плотва	6,6	-	2	2
Жерех	5,8	-	5	1
Карась	-	6	-	-

Сазан	324,4	3	22	14
Окунь	-	-	1	2
Змееголов	8	1	2	2
Всего	350	14	57	29

В этот период в других рыбохозяйственных пойменных водоемах низовий реки Шу, озерах Караколь и Большой Камкалы рыбные запасы были относительно стабильными. Однако имеющиеся сведения по лимитам позволяют наблюдать тенденцию к снижению общего лимита на озере Большой Камкалы в течение всего двух лет почти в 2 раза – с 57 до 29 тонн. По отдельности резко снижены лимиты таких ценных промысловых видов, как щуки – в 7,5 раз, сазана – в 1,5 раза, жереха и язя – в 5 раз. Лишь лимит на окуня был увеличен в 2 раза. К 2021 году общий лимит на добычу всех промысловых видов в озере Большой Камкалы составил всего лишь 2,6 тонны, что в 22 раза меньше по сравнению с лимитом на 2000 год (Таблица 2). Однако здесь следует сделать оговорку, что лимиты, рекомендованные рыбохозяйственной наукой (Таблица 1), и лимиты, утвержденные уполномоченными органами (Таблица 2), могут существенно различаться.

Современные сведения о состоянии рыбного хозяйства и рыбохозяйственном использовании ихтиофауны в низовьях реки Шу мы можем косвенно получить по ежегодно утверждаемым лимитам на добычу рыбы (Таблица 2) [15, 16, 17]. Сведения по бассейну и значения утвержденных лимитов разнятся в разные годы и создают определенные затруднения при анализе. В ряду лет можно отследить динамику снижения рыбных запасов по имеющимся данным, только по озерам Акжайкын и Караколь. Согласно ОДУ на 2005 г. и утвержденным лимитам на 2008 и 2021 гг. отчетливо видно резкое снижение рыбных запасов. Так, в системе Акжайкын запасы рыбы снизились с 350 до 8,6 тонн, в озере Караколь – с 14 до 3,6 тонн.

Таблица 2. Утвержденные правительством лимиты на добычу рыбы в бассейне р. Шу, в тоннах

Виды рыб	2008 г.			2021 г.	
	Система озер Акжайкын	река Шу в Жамбылской области (без оз. Караколь)	оз. Караколь	оз. Большой Камкалы	оз. Караколь
Щука	0,89	4,69	1,17	0,58	1,14
Окунь	0,33	7,93	1,98	-	-
Судак	-	-	-	-	-
Сазан	-	9,19	2,29	1,43	0,9
Карась	0,07	-	-	-	0,75
Плотва	2,49	12,31	3,07	-	-
Лещ	0,37	1,45	0,36	0,63	0,84
Жерех	0,22	2,85	0,71	-	-
Язь	3,17	8,97	2,24	-	-
Белый амур	-	0,21	-	-	-
Змееголов	0,52	8,97	2,24	-	-
Всего:	8,06	56,57	14,06	2,64	3,63

Приведенные сведения по корреляции водности водоемов и положительной динамики восстановления рыбных запасов прекрасно показывают способность биоты к быстрому восстановлению в короткие сроки при наступлении оптимальных условий для

развития. Очевидна огромная потребность низовий бассейна реки Шу в водных ресурсах не просто для развития, естественного существования и хозяйственного использования, но и для выживания экосистемы региона в целом.

Проблемы сохранения разнообразия ихтиофауны низовий реки Шу

Если на заре изучения ихтиофауны реки Шу основной целью работ была оценка рыбных запасов и решение пути их освоения, то основной актуальной тематикой в последние годы является сохранение биологического разнообразия. Исследования, проведенные в конце XX – начале XXI вв., показали, что разнообразие и область распространения чужеродных видов рыб в бассейнах обеих рек продолжают изменяться [18, 19]. Однако ихтиофауна бассейна р. Шу пострадала от нашествия интродуцентов относительно меньше в значительной мере за счет большого числа аборигенных видов (25), противостоявших давлению чужеродцев (16 видов), из которых 12 видов – новые для республики. Однако и здесь оказались практически выпавшими из ихтиофауны оба вида усачей и эндемичная остролючка, занесенные в Красную книгу Казахстана [20], а также сибирский елец и маринка. Резко снизили свою численность сом и окунь обыкновенный, сохранившиеся еще в низовье бассейна [21].

Приведенные выше сведения большей частью освещают проблемы разнообразия ихтиофауны среднего течения реки Шу. Сведений по современному состоянию ихтиофауны в низовьях реки Шу в аспекте биологического разнообразия мы не нашли.

Для сохранения разнообразия ихтиофауны остро стоит вопрос об исчезновении шуйской остролючки (*Capoetobrama kuschakewitschi orientalis*). Это эндемичный подвид единственного вида рода, обитающего только в бассейне Аральского моря. Г.В. Никольский (1934) различает два подвида: 1) типичный подвид – *Capoetobrama kuschakewitschi* (Kessler) распространен в р. Сырдарье от р. Карадарьи до низовьев и 2) шуйская остролючка – *C. kuschakewitschi orientalis Nikolsky*, распространенный в р. Шу от Токмака до Гуляевки (ныне с. Мойынкум). Шуйская остролючка отличается от типичной формы меньшей высотой тела, большой головой, большим диаметром глаза и меньшими размерами колючки спинного плавника. Распространен этот вид в реках бассейна Аральского моря; избегает слепых рукавов со стоячей водой; икрометание с середины апреля до конца июня. По Г.В. Никольскому, реофильная форма [22].

Очевидно, что этот подвид, а возможно, и эндемичный вид остролючки в казахстанской части Аральского бассейна безвозвратно утерян. Подвид был и прежде малочислен, после 1960 г. достоверных сведений о его численности нет. Специальные поиски в бассейне от г. Токмак до пос. Уланбель в низовье в разные сезоны 1990-1993 гг. во время маршрутных экспедиций дали отрицательный результат [18]. Лимитирующие факторы, согласно сведениям из Красной Книги Казахстана, неизвестны. По-видимому, это прежде всего, резкое возрастание безвозвратного забора воды на орошение из р. Шу [20].

Результаты полевых исследований

Контрольные сетные обловы показали наличие промысловой ихтиофауны в обследованных водоемах. Современный состав рыбного населения пойменных водоемов низовьев реки Шу представлен в Таблице 3. Всего на всех водоемах в научных сетных уловах зарегистрировано 8 промысловых видов рыб. Для всех обследованных водоемов обязательным элементом в рыбном сообществе являются плотва и красноперка. Результаты исследований свидетельствуют, что пойменные водоемы низовий реки Шу с характерной общей проблемой – дефицитом водных ресурсов при относительно одинаковых ландшафтных и экологических условиях прилегающей территории, имеют различный видовой состав ядер ихтиоценозов. Распределение видов по всем обследованным водоемам неодинаково. Также различна и их относительная численность в значениях улова на

промысловое усилие, выражаемое в отношении экземпляров на сетесутки. Наибольшее количество видов рыб и их относительная численность зарегистрированы в озерах Акколь и Большой Камкалы. Пойменные системы разобщены друг от друга значительными расстояниями, протяженность района исследований около 300 км. Гидроэкологические условия для существования ихтиофауны различаются и, как следствие, различен видовой состав и соотношение видов по относительной численности. Кроме гидрологических условий, на ихтиофауну оказывает значительное влияние доступность водоемов для местного населения. Например, для озера Караколь, являющегося самым верхним по течению в районе исследований и с предполагаемым более стабильным водным балансом, отмечен самый бедный видовой состав в научных сетных уловах. В этом озере в уловах зарегистрировано только 4 вида рыб. Это сравнительно меньше, чем число отмеченных видов в сильно осолоненном и практически деградировавшем озере Акжайкын. В данном примере очевиден антропогенный фактор. Озеро Караколь находится в относительной близости и доступности для населения прилегающих населенных пунктов, оно внесено в список рыбохозяйственных водоемов. Кроме того, озеро находится на территории охотничьего хозяйства и охотно посещается охотниками и рыбаками-любителями. В концевом озере Акжайкын и самом верхнем из обследованных водоемов – оз. Караколь отмечен дисбаланс в ихтиоценозах. В озере Акжайкын 85% улова составляет плотва, в озере Караколь 58% составляет краснопёрка. Также озеро Караколь характеризуется самым бедным видовым разнообразием и самой низкой относительной численностью рыб.

Таблица 3. Видовой состав и относительная численность ихтиофауны в озерах низовий реки Шу (в экз. на сетесутки)

Виды рыб	оз. Акжайкын	%	оз. Акколь	%	оз. Б. Камкалы	%	оз. Караколь	%
Жерех	8	1,8	24	5,9	20	4,2	-	-
Краснопёрка	8	1,8	32	7,8	96	20,3	48	54,5
Лещ	-	-	104	25,4	80	16,9	-	-
Окунь	-	-	100	24,4	64	13,6	-	-
Плотва	376	85,5	76	18,6	152	32,2	16	18,2
Сазан	40	9,1	-	-	-	-	-	-
Судак	8	1,8	4	1,0	-	-	-	-
Щука	-	-	13	3,2	40	8,5	16	18,2
Язь	-	-	56	13,7	20	4,2	8	9,1

Из обследованных водоемов к рыбохозяйственным также относится озеро Большой Камкалы. Здесь, несмотря на наличие в непосредственной близости небольшого села Шыганак, зарегистрировано в научных сетных уловах 7 промысловых видов рыб.

Наибольшим разнообразием и выравненностью относительной численности зарегистрированных видов рыб характеризуется озеро Акколь. Здесь отмечено 8 видов рыб – это максимальное количество видов за весь период наших исследований.

Следует отметить, что на берегу озера Акколь нами были зарегистрированы еще 4 вида рыб. Отмечены останки змеёголова, отсутствовавшего в наших уловах: обнаружено 5 голов довольно крупных особей, предположительно длиной тела до 60 см. Очевидно, что эти головы выброшены местными рыбаками. Одна особь змеёголова длиной 19 см была отмечена нами в ходе биологического анализа в желудке пойманной щуки. Также в уловах местных рыбаков были отмечены довольно крупные особи судака до 60 см, сазана до 50 см и карася до 20 см. Четвертый вид непромысловый ихтиофауны наблюдался нами *in vivo* на мелководье – предположительно молодь китайского бычка. Таким образом, видовой состав ихтиофауны озера Акколь, зарегистрированный нашими исследованиями, представлен 12 видами рыб. Это максимальное разнообразие в период исследований на всех водоемах.

Относительно богатое видовое разнообразие озера Акколь, вероятно, обусловлено благоприятным гидрологическим режимом (подпитка самоизливающейся скважиной) и удаленностью от населенных пунктов. В то же время, несмотря на удаленность, на берегу отмечены брошенные нейлоновые сети китайского производства, а также присутствие рыбаков с такими же сетями.

Биологические параметры отловленных экземпляров разных видов рыб во всех обследованных водоемах находились в норме. Самки всех отмеченных видов имели состояние гонад на 3 стадии зрелости. В уловах не встречались особи с отклонениями в развитии или с аномалиями внутренних органов. В то же время следует отметить высокую степень зараженности (66%) красноперки из озера Караколь лигулезом. Также лигулез отмечен у одной особи леща на озере Большой Камкалы.

Заключение

Обследование низовий реки Шу в рамках проекта показало наличие ихтиофауны в Уланбельской, Камкалинской и Акжайкынской системах пойменных водоемов. Во всех контрольных водоемах отмечены промысловые виды рыб. Биологические параметры особей из научных сетных уловов свидетельствуют об удовлетворительных условиях существования имеющихся популяций. В то же время в концевом озере Акжайкын и самом верхнем из обследованных водоемов – оз. Караколь отмечен дисбаланс в ихтиоценозах. Сам водоем и ихтиоценоз озера Акжайкын сильно деградировали из-за катастрофического дефицита водных ресурсов в низовьях реки Шу.

Озеро Караколь характеризуется самым бедным видовым разнообразием и самой низкой относительной численностью видов рыб в уловах, обусловленным, очевидно, как пониженной водностью, так и значительным прессом промысловой нагрузки.

Видовой состав промысловой ихтиофауны представлен в основном аборигенными видами. Из промысловых чужеродных видов в ихтиоценозах присутствует змеёголов. Также отмечен непромысловый чужеродный представитель семейства бычковых (род и вид не определены).

По результатам анализа доступных источников, а также наших исследований можно с высокой долей уверенности сообщить, что в низовьях бассейна реки Шу исчез эндемичный подвид рыб – чуйская остролучка.

Исследования водоемов в низовье р. Шу показали высокий уровень деградации как русловой части рек, так и пойменной системы. Ретроспективный анализ литературы показал, что проблема дефицита водных ресурсов в регионе не нова, о чем свидетельствует ряд авторов. Дефицит воды в нижнем течении реки Шу большинство исследователей связывают с очевидным безвозвратным водопотреблением на орошение в верхней части бассейна. Как следствие трансграничности реки Шу, большая часть водных ресурсов потребляется на территории Кыргызстана. Согласно межправительственной договоренности, соседнее государство потребляет 58% стока при значительно меньшей протяженности бассейна на его территории. В то же время на территории Казахстана огромный вклад в нарушение гидрологического режима низовий реки Шу вносят Ташуткольское водохранилище и устаревшая ирригационная система региона.

В заключение следует отметить, что восстановление ихтиофауны низовий реки Шу является необходимым с точки зрения экологии. Пойменная система нижнего течения реки Шу является важнейшей территорией для водоплавающих и околоводных птиц. Здесь в период миграции концентрируется большое количество редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, таких как кудрявый и розовый пеликаны, малый лебедь, скопа, орлан-белохвост и др.

В социальном аспекте восстановление рыбных запасов низовий реки Шу необходимо в том числе для осуществления рекомендаций ВОЗ, согласно которым в год каждому человеку необходимо потреблять не менее 16 кг рыбы. Ввиду удаленности населенных пунктов обследованного региона от крупных городов, местному населению

необходимо иметь возможность добывать качественную рыбную продукцию из местных водоемов.

Рекомендации

О восстановлении разнообразия и хозяйственном использовании ихтиофауны не может быть речи без должной водности водоемов. Главным решением организаций, работающих в сфере регулирования водных ресурсов, а также водопользователей должно быть рациональное водопотребление.

Главной рекомендацией по сохранению и развитию ихтиофауны низовий реки Шу являются меры по восстановлению водности этой части бассейна до состояния, близкого к естественному.

Параллельно с разработкой мероприятий по восстановлению водности необходима организация системы устойчивого мониторинга не только ихтиофауны, но и всей биоты региона.

После восстановления водности в дальнейшем в обязательном порядке должны последовать разработки конкретных рыбоводных и рыбопромысловых рекомендаций по каждой системе пойменных водоемов. Например, организация спасения молоди рыб в отшнурованных водоемах, организация спасения рыбы при зимних заморах, зарыбление ценными и/или редкими видами рыб для восстановления ихтиоценозов.

Некоторые мероприятия по обеспечению выживания ихтиофауны при природных катаклизмах имеет смысл организовывать и в настоящее время. Для этого необходимо создание мобильных групп наблюдателей за состоянием водоемов и исполнителей спасательных мероприятий из числа местных жителей и/или природопользователей (рыбодобытчиков).

Разработка рекомендаций по восстановлению водности низовий бассейна р. Шу лежит в профессиональной области специалистов-гидрологов.

Отдельными казахстанскими специалистами-гидрологами еще в 2014 г. сделано такое заключение: «Анализ отечественного и зарубежного опыта по нормированию антропогенной нагрузки на бассейны рек показал, что нет экологических норм, регламентирующих антропогенную нагрузку на экосистемы речных бассейнов, отсутствует методология экологического нормирования. Имеющиеся предложения по нормам и критериям антропогенной нагрузки характеризуют лишь частное влияние отдельных видов хозяйственной деятельности; комплексные критерии несовершенны. Решение ряда проблемных вопросов затруднено из-за отсутствия системы экологического мониторинга, который основывался бы на детальных и длительных стационарных исследованиях антропогенного изменения элементов природной среды» [23].

Таким образом, к вышеизложенному следует добавить, что одной из важнейших рекомендаций является организация мониторинга региона по всем компонентам экосистемы — гидрологии, биоты и социальной сферы.

В современном мире одной из важных сфер человеческой жизни является возможность получения рекреационных услуг и организации досуга. Развитие в низовьях реки Шу экологического туризма для населения мегаполисов позволит повысить уровень жизни местных жителей путем развития занятости в сфере оказания услуг – гостиницы, общественное питание, техническое обслуживание транспорта и прочее.

Список литературы

1. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966 - 306 с.

2. Об утверждении Правил подготовки биологического обоснования на пользование животным миром. Приказ Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 4 апреля 2014 года № 104-Ө.
3. Очерки по физической географии Казахстана. Опубликовано Академией наук Казахской ССР, Алма-Ата, 1952 г. с. 512.
4. Вагапова А. Р. Гидрологический режим и затопление поймы низовой реки Шу // Водное хозяйство Казахстана. - 2010 г. - № 3. - С. 19-24
5. Казахстан. Национальная энциклопедия. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2004. — Т. I.
6. Отчет о научно-исследовательской работе «Оценка состояния рыбных запасов и биологические основы прогноза улова рыбы на 2002 год», Алматы 2001 г.
7. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон. Тезисы докладов V съезда Всесоюзного гидробиологического общества. Тольятти. Куйбышев, 1986 г. с. 254-255.
8. Биологическое обоснование. Рекомендации по зарыблению, рациональному использованию рыбных запасов и совершенствованию правил рыболовства в водоемах Южно-Казахстанской области, Шымкент 2004 г.
9. Пивнев И.А. Рыбы Киргизии. Фрунзе, 1990. 190 с.
10. Митрофанов В.П. История изучения ихтиофауны Казахстана // Рыбы Казахстана. Алма-Ата. Наука КазССР, 1986
11. Н. Ш. Мамилов, Г. М. Дукравец, Г. К. Балабиева, Ф. Х. Хабибуллин. Изменения в составе рыбного населения р. Чу и ее притоков. // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: Материалы VI Международной научной конференции. — Днепрпетровск: Изд-во ДНУ, 2011. — С. 100-102.
12. Климов Ф.В. Состояние ихтиофауны системы озер Акжайкын в низовье р. Шу // Рыбохозяйственные исследования в Республике Казахстан: История и современное состояние. Алматы: Бастау, 2005. С. 186–193.
13. Агапова А.И. Паразиты рыб водоемов Казахстана. Алма-Ата, 1966. 342 с.
14. Таиров М.Т. Рыбоводство и рыболовство. - Алма-Ата: Кайнар, 1985 - с.344
15. Об утверждении лимитов вылова рыбы и других водных животных в рыбохозяйственных водоемах на 2008 год. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 января 2008 года № 73
16. Об утверждении лимитов изъятия объектов животного мира с 1 июля 2019 года по 1 июля 2020 года. Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 17 июня 2019 года № 240.
17. Об утверждении лимитов изъятия объектов животного мира с 1 июля 2020 года по 1 июля 2021 года. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 5 июня 2020 года № 133.
18. Дукравец Г.Н., Мамилов Н.Ш. Состояние популяций редких и исчезающих видов рыб в бассейнах рек Или и Чу // КазГУ - Алматы, 1994 г. - 25 с. Деп.в КазгосИНТИ 06.06.94 г., №5049-Ка94
19. Мамилов Н.Ш. Современное разнообразие чужеродных видов в бассейнах рек Чу и Талас // Российский Журнал Биологических Инвазий № 1 2011 С. 65-76
20. Красная книга Казахской ССР. Т. 1. – Животные. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Алма-Ата: Гылым, 1991. – 560 с.
21. Дукравец Г.М. О чужеродных видах рыб в Республике Казахстан. Деп. ЦНБ., Алматы 2013 г.
22. Никольский Г.В. Материалы к познанию географической изменчивости *Sarotobrama kuschakewitschi* (Kessler) // Докл. АН СССР, 1934. Т2. №3. С. 200-204/
23. Дускаев К.К, Жанабаева Ж.А. Природоохранные и экологические попуски как основа в сохранении водных экосистем в нижнем течении рек. // Вестник

казахстанско-немецкого университета: устойчивое развитие Центральной Азии. №2 (4), Алматы 2014 г. С. 168-171.