



Оценка влияния экологических факторов на биологические показатели промысловых рыб Шардаринского водохранилища (Арало-Сырдарьинский бассейн, Казахстан)

Самбаев Н.С.^{a,b*} , Шарахметов С.Е.^a , Баракбаев Т.Т.^b , Калымбетова М.Т.^b , Кириченко О.И.^c

^a Казахский национальный университет им. аль-Фараби, пр. Аль-Фараби, 71, г. Алматы, 050000, Казахстан

^b ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» (НПЦ РХ), Аральский филиал, ул. Бактыбай батыра, 2, г. Аральск, 120100, Казахстан

^c ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» (НПЦ РХ), Северный филиал, ул. Григория Потанина, 15/1, г. Астана, 010000, Казахстан

АННОТАЦИЯ

Изменение гидрологической обстановки в Арало-Сырдарьинском бассейне отчетливо наблюдается за последнее десятилетие. Актуальность изучения влияния экологических факторов на гидрофауну сегодня очевидна и требует выявления причин негативных изменений, а также принятия конкретных мер. Объектом нашего исследования является Шардаринское водохранилище, который служит главным резервуаром, расположенным на р. Сырдарья в южной части Казахстана. В статье представлены результаты исследования 2020-2024 гг., выполнен анализ биологических показателей промысловых видов рыб Шардаринского водохранилища, отражены факторы влияния как абиотические, так и биотические. В ходе проведенных исследований, основанных на данных, полученных из интернет-ресурса «Казгидромет» по Туркестанской области, были рассчитаны годовые расходы воды. Также было определено уровенное состояние водохранилища с использованием современных технологий геоинформационных систем (ГИС). На сегодняшний день, когда наблюдается малая водообеспеченность на всех водоемах бассейна, остро стоит вопрос о качестве воды, от которого зависит формирование роста и развитие гидробионтов в водоеме. В результате работы определен состав популяции и видовой доминантности рыб на промысловых участках, проанализированы сезонные изменения гидрофизических и гидрохимических параметров. Даны критические пороговые параметры уровня воды и качества воды для развития ихтиофауны, а также рекомендации по рациональному использованию и улучшению гидроэкологической обстановки Шардаринского водохранилища. Результаты исследования позволят водохозяйственным организациям, местным исполнительным органам соблюдать и усовершенствовать водопотребляемость, а также рационально использовать биоресурсы.

Подана в редакцию:

18 августа 2025

Принята к публикации:

06 августа 2026

Доступ онлайн:

14 августа 2026

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Шардара, р. Сырдарья, ихтиофауна, улов, минерализация

1. Введение

Арало-Сырдарьинский бассейн представляет собой уникальную экосистему, играющую важную роль как для природных, так и для социальных систем в Центральной Азии. Однако последние десятилетия стали свидетелями серьезных изменений в водохозяйственной ситуации, что постепенно приводит к ухудшению гидробиоценоза в экосистеме. Сохранение биологического разнообразия пресноводных экосистем представляет собой одну из насущных задач современной биологии. (Harrison и др., [2018](#)).

Шардаринское водохранилище изначально проектировалось как водоем многоцелевого назначения, который используется для решения ирригационных, гидроэнергетических проблем региона. При полном заполнении водохранилище имеет площадь около 900 км², а объем 5,7 км³, из которых 4,2 км³ относится безусловно к рабочему объему (Абаев и др., [2022](#)). Наибольшая глубина водохранилища составляет 26 м. В маловодные годы водохранилище может сбрасываться ниже минимального объема. На плотине сооружены 4 гидротурбины для выработки электроэнергии, однако в настоящий момент водохранилище работает в ирригационном режиме. Заполнение происходит в холодные периоды (декабрь - апрель), а сбрасывание в теплый (май - август). Максимум запаса воды наблюдается в апреле - мае, а минимум в августе - сентябре.

В связи с неблагоприятным техническим состоянием систем орошения в Туркестанской и Кызылординской областях за последнее десятилетие фиксируется существенный дефицит водных ресурсов (Ермакханов и др., [2012](#)).

Наиболее значительный объем воды из водохранилищ расходуется на нужды орошаемого земледелия. Данный сектор экономики характеризуется самым высоким уровнем необратимого потребления водных ресурсов (Кипшакбаев и др., [2010](#)). В условиях многоцелевого использования водных ресурсов интересы рыбного хозяйства остаются на втором плане, в результате чего уровень естественного воспроизводства обитающих в водохранилищах промысловых рыб в разные годы существенно колеблется, а их видовой состав и запасы характеризуются крайней неоднородностью. Влияние экологических факторов, в том числе биотических и абиотических, создает напряженную ситуацию в экосистеме водохранилища, а также для ведения устойчивого рыбного промысла.

В условиях многоцелевого использования водных ресурсов интересы рыбного хозяйства часто остаются второстепенными, что вызывает колебания естественного воспроизводства и неоднородность запасов промысловых рыб.

Целью настоящей работы является оценка влияния ключевых экологических факторов на биологические показатели промысловых рыб Шардаринского

водохранилища. В работе использованы методики гидрологических и гидрохимических исследований, проведен анализ биотических факторов, а также сбор и обработка основных биологических характеристик промысловых видов. Основные выводы работы состоят в том, что биологические характеристики промысловых рыб существенно определяются гидрологическим режимом, качеством воды. Экологическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты позволяют объективно оценить состояние экосистемы и обосновать меры, направленные на устойчивое воспроизводство и рациональное использование промысловых ресурсов.

2. Материалы и методы исследования

Шардаринское водохранилище - одно из крупнейших водохранилищ южного Казахстана, расположенное на р. Сырдарья. Оно было создано в 1965 г. и играет важную роль в водохозяйственном комплексе региона. Средние координаты акватории: 41.2°-41.5° с. ш., 67.7°-68.3° в. д. Водохранилище находится на границе Туркестанской области Казахстана и частично затрагивает территорию Узбекистана. Регион характеризуется резко континентальным, засушливым климатом, лето жаркое, температура часто превышает +35...+40 °С. Зима местами холодная, температура может опускаться до -10...-20 °С. Осадки в регионе в целом низкие, в среднем составляют 150-200 мм в год, с максимумом весной. В водохранилище отмечается высокая испаряемость, обусловленная жарким климатом и сильными ветрами, что оказывает существенное влияние на его водный баланс. Гидрологический режим Шардаринского водохранилища формируется в основном стоком р. Сырдарья и регулируется работой Шардаринской ГЭС. Характерной особенностью является выраженная сезонная изменчивость уровня воды, вызванная весенними паводками и изменениями водоотпуска в вегетационный период. Площадь водного зеркала и глубины водохранилища существенно варьируют по сезонам года, что отражается на структуре прибрежных зон и условиях нереста рыб.

Кроме того, Шардаринское водохранилище является важным рыбохозяйственным объектом: здесь обитают ценные промысловые виды, включая сазана, судака, щуку, леща и другие виды. Однако на их состояние влияют как природные факторы, так и антропогенная нагрузка - регулирование стока, качество воды, освоение прибрежных территорий.

В настоящей работе комплексное исследование Шардаринского водохранилища охватывает весенние и осенние периоды 2020-2024 гг. В эти периоды в целом по Арало-Сырдарьинскому бассейну наблюдались маловодность, неблагоприятные гидроэкологические условия, снижение уловов отдельных

ценных видов рыб в промысловых районах. На основе данных Туркестанского филиала «Казгидромета» были проведены анализы гидрологического состояния Шардаринского водохранилища в пределах Туркестанской области. Были взяты промеры глубин по районам, измерения температуры воды на постоянном гидропосту «Шардара», гидрологические наблюдения производились согласно «Руководству по гидрометеорологическим наблюдениям на озерах и водохранилищах» (Бюллетень гидрологических данных Кызылординского филиала «Казгидромет», 2020-2024 гг.).

Сбор натуральных материалов, характеризующих гидрохимические режимы, проводился в соответствии с типовыми методиками (Алекин, [1953](#); СТ РК ГОСТ Р 51592-2003, [2003](#); Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства РК, [2016](#)). Отбор проб воды и анализ были произведены с поверхностного слоя воды с 14 станций. На каждой станции портативными приборами замерялось наличие растворенного кислорода в воде анализатором воды «МАРК-302М» и активная реакция воды - рН-метром МАРК-901. Для определения концентрации ионно-солевого состава, биогенных элементов, органических веществ пробы воды были обработаны в лаборатории Аральского филиала ТОО «НПЦРХ».

Ихтиологические наблюдения и сбор материалов осуществлялись по всем 4 рыбопромысловым участкам водохранилища (рис.1). Цель сбора ихтиологических проб заключалась в получении информации о структуре популяции рыб, включающей видовой состав, половую и возрастную пропорции, а также среднюю массу и линейные размеры особей. Ловля рыбы осуществлялась с использованием стандартного набора из девяти ставных сетей, отличающихся размерами ячеи (от 18 до 90 мм). Длина каждой сети составляла 25 м, высота 2-3 м. На каждой станции сети выставлялись на всю ночь не менее чем на 12 часов. В случае изменения продолжительности отлова из-за погодных условий или иных причин величина улова корректировалась с учетом времени воздействия - сетесутки.

Для исследования направлений и интенсивности миграций рыб был использован метод «анализа изменения видового и количественного состава промысловых уловов в определенных точках», позволяющий выявлять сезонную динамику перемещений (Жизнь животных, [1983](#)). С учетом локальных гидрологических и морфометрических условий для повышения точности результатов экспериментальные порядки сетей размещались на различном удалении от берега и на разных глубинах. Сетные порядки устанавливались попарно, в противоположных направлениях, что обеспечивало более объективную регистрацию движения рыб. Все изменения в составе уловов, а также сведения

о пространственном перемещении и других наблюдаемых параметрах систематически фиксировались в полевых журналах и на рабочих картах.

Определение линейно-весовых показателей проводилось по стандартным методикам. Возраст определялся по годовым кольцам. Для этих целей у карповых бралась чешуя, у представителей других семейств (щуковых и окуневых) – жаберная крышка, определение производилось по методикам (Чугунова, [1959](#)).

Собранный ихтиологический материал подвергался комплексному биологическому анализу в соответствии с традиционными методиками ихтиологии (Правдин, [1966](#)), (таблица 1).

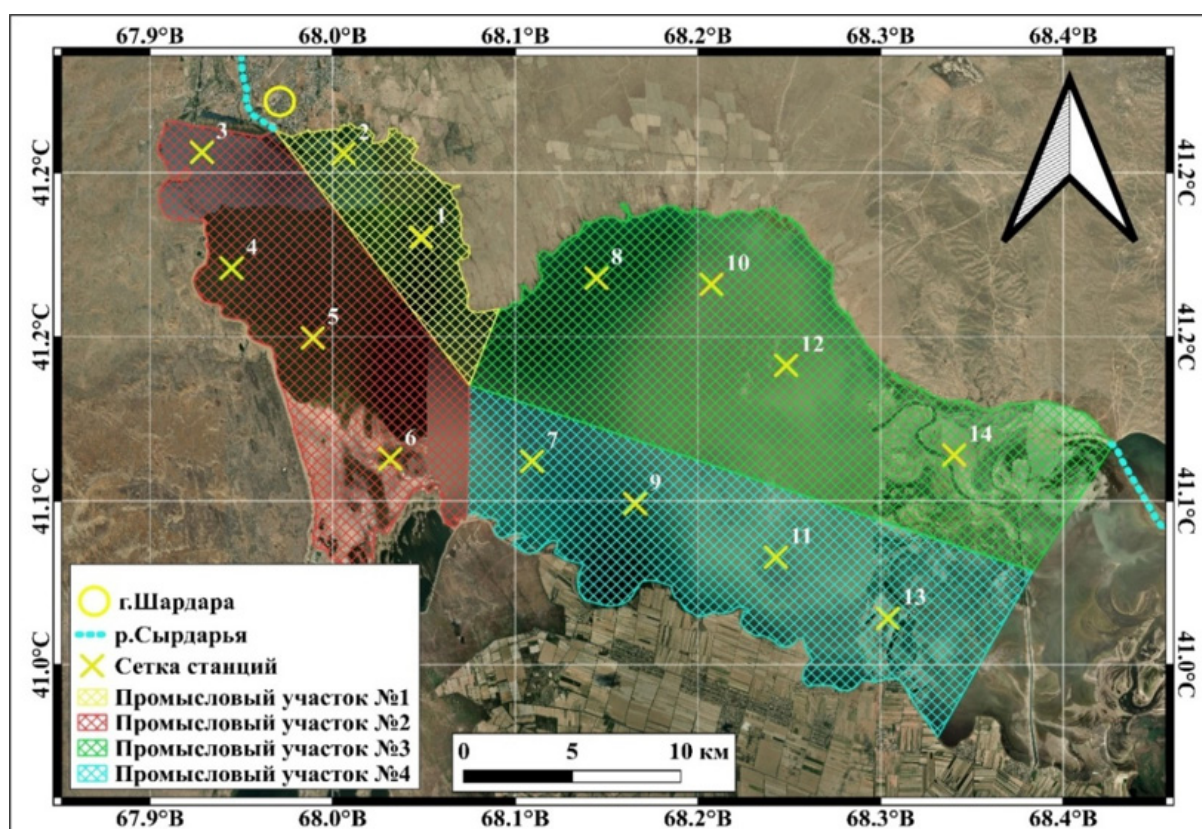


Рис. 1. Место сбора проб и ихтиологического материала из Шардаринского водохранилища в период 2023-2024 гг.

Визуализация и сезонный анализ пространственного распределения популяции леща в Шардаринском водохранилище проводились с использованием модуля интерполяции геоинформационной системы QGIS 3.34 (QGIS Development Team, [2021](#)).

Таблица 1. Количество собранных проб в Шардаринском водохранилище

№	Название места отбора рыб	Координаты точек	Количество образцов рыб, (n)	Гидрохимия (проб)	Гидрология (сведения)
1	№ 1 пром. участок, приплотинный	41° 13'52.34"C 67° 59'51.87"B	745	4	2
2	№ 2 пром. участок, крепость	41° 11'7.18"C 67° 57'12.23"B	602	4	2
3	№ 3 пром. участок, остров Утурлы	41° 11'31.42"C 68° 10'53.32"B	432	3	2
4	№ 4 пром. участок, русловая часть	41° 6'5.91"C 68° 7'53.59"B	958	3	2

3. Результаты

Ихтиофауна Шардаринского водохранилища и р. Сырдарья характеризуется промысловыми запасами девяти видов рыб. К наиболее распространенным относятся сазан, серебряный карась, судак, толстолобик, плотва, лещ и сом (таблица 2). В последние годы наблюдается увеличение количества жереха и чехони в промысловых уловах. Виды рыб, таких как белый амур, шемая, белоглазка, змееголов, сом и щука, встречаются редко и не составляют значительной части уловов.

На сегодняшний день общая площадь водохранилища составляет 90 тыс. га, из них 72 тыс. га выделено на 4 промысловых рыболовных участка. Площадь участков составляет: 8 тыс. га (участок № 1), 16 тыс. га (участок № 2), 24 тыс. га (участок № 3) и 24 тыс. га (участок № 4).

В ходе научно-исследовательских сетевых уловов на четырех промысловых участках Шардаринского водохранилища было выявлено семь промысловых видов рыб: жерех, судак, лещ, сазан, карась, плотва и сом.

На первом участке наибольшую численность составляют карась, плотва, сазан и жерех. Рыбопродуктивность карася достигает 106,58 кг/га, сазана - 30,1 кг/га.

На втором участке концентрация рыб также незначительна. По численности и биомассе доминируют судак, карась и сазан. Рыбопродуктивность судака составляет 53,25 кг/га, а общая рыбопродуктивность водохранилища - 199,52 кг/га.

Таблица 2. Промысловый состав ихтиофауны Шардаринского водохранилища

Название вида		Статус вида
русское	латинское	аборигенный, интродуцированный
Сазан	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	аборигенный
Карась серебряный	<i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch, 1782)	аборигенный
Плотва	<i>Rutilus rutilus aralensis</i> (Linnaeus, 1758)	аборигенный
Лещ	<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	аборигенный
Белый толстолобик	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	интродуцированный
Жерех	<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	аборигенный
Чехонь	<i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758)	аборигенный
Сом	<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	аборигенный
Судак	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	аборигенный

Третий участок характеризуется нерестовыми скоплениями практически всех проходных видов рыб. Преобладают половозрелые особи, направляющиеся на нерест. Наиболее многочисленными в уловах являются карась, сазан, плотва, лещ и толстолобик. По биомассе доминирует плотва и карась. В районе третьего участка наблюдается скопление производителей белого толстолобика. При благоприятных гидрологических условиях (уровень воды в реке и температура) они поднимаются по течению реки к нерестилищам, расположенным на территории Республики Узбекистан. (Отчет о НИР ТОО «НПЦРХ», 2018-2024 гг.).

На четвертом рыбопромысловом участке Шардаринского водохранилища по численности преобладают сазан, жерех и плотва. Что касается биомассы, то наибольшее значение имеют сазан и толстолобик. На данном участке присутствуют обширные нерестовые площади, благоприятные для фитофильных видов рыб. Повышение численности карася, выявленное по данным сетных уловов, признано нежелательным явлением. Это обуславливает необходимость увеличения его промыслового изъятия в последующие годы.

В настоящее время распределение лимитов по участкам Шардаринского водохранилища осуществляется в равных долях без учета площади промысловых участков и их продуктивности. Постоянная миграция промысловых видов рыб, связанная с преднерестовыми и кормовыми миграциями, а также скатом рыбы при обсыхании водоема, приводит к изменению концентрации рыб в разные сезоны года.

Согласно результатам исследований, предельно допустимый объем изъятия (квота) по промысловым видам рыб в Шардаринском водохранилище на период с 1 июля 2025 г. по 1 июля 2026 г. составляет 2141,94 т.

С середины марта наблюдается миграция производителей леща, сазана и карася из мест зимовки в зону основных нерестилищ у мыса Белый камень и устья р. Сырдарья. В апреле-мае все особи сосредотачиваются в этой зоне, а к концу мая отходят в открытую часть водохранилища, равномерно распределяясь по его площади.

Большая часть промысловой популяции мигрирует в верховье водохранилища в зону нерестилищ, которая является зоной круглогодичного запрета. Существующий режим зимнего наполнения Шардаринского водохранилища благоприятно влияет на воспроизведение рыб с коротким весенним нерестовым периодом (например, плотвы). Весенний уровенный режим в большей степени воздействует на размножение карповых. Начало их нереста совпадает с началом сработки уровня воды, а молодь до середины июня обитает на мелководьях. При резком снижении уровня воды личинки и мальки карповых, не успевшие переместиться в глубоководные районы, погибают в массе в остаточных водоемах. Такое воздействие на биоту водоема можно сравнить с засухой (Климов, [2007](#)). Колебания уровня воды не оказывают существенного влияния на видовое разнообразие фито- и зоопланктона, так как большинство видов молоди рыб подрастают к концу осени и могут переходить на другие виды пищи. Бентосные организмы на осушенных площадях погибают полностью (рис. 2).

На основе сезонных данных, полученных на ихтиологических станциях, было проанализировано пространственное распределение рыб по акватории, что позволило выявить основные закономерности распределения популяции рыб. В период исследования сетными ловами в весенние и осенние периоды по участкам было выловлено 2737 экземпляров рыб разных возрастных групп. Основу промысловых видов рыб Шардаринского водохранилища составляют карповые. В весеннее время в период полноводного режима во всех промысловых участках активно наблюдается ход рыб. Основным районом нагула для нереста являются участки № 3 и № 4, где имеется зона нерестилища. Встречаемость промысловых видов рыб в весенний период в процентном составе складывалась следующим образом: уч. № 1 - 16 %, уч. № 2 - 19 %, уч. № 3 - 31 %, уч. № 4 - 34 %; в осенний период: уч. № 1 - 28 %, уч. № 2 - 35 %, уч. № 3 - 21 %, уч. № 4 - 16 %, что показывает относительное снижение встречаемости рыб в осенний период на участках №3 и №4, связанное с сокращением акватории обитания. На №3 и №4 участках частично обмеляются мелководные участки, прогревание воды идет намного интенсивнее, так как температурный градиент выше на 3-4 0С. Анализируя количественное

процентное соотношение видового состава по сезонам и участкам в сетных уловах, можно увидеть следующие различия: встречаемость леща, сазана, б/ толстолобика осенью на участке № 3 и № 4 ниже: леща на 4-5 %, жереха - на 2,5 %, сазана - на 20 %, б/толстолобика - на 3-4 %, т. е., кроме карася, остальные виды рыб подвержены факторам воздействия (таблица 3).

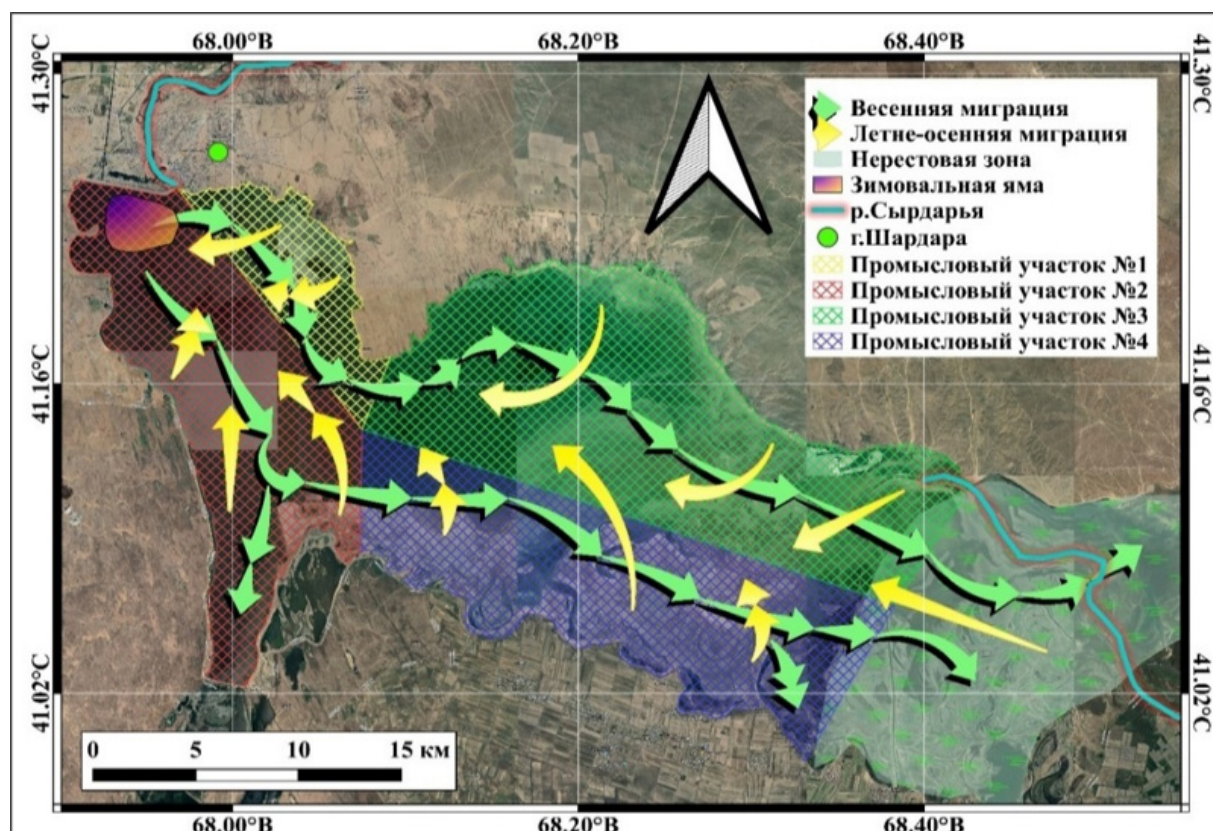


Рис. 2. Пути миграций рыб на Шардаринском водохранилище

Таблица 3. Сезонное соотношение рыб в сетных уловах по промысловым участкам Шардаринского водохранилища (%), 2024 г.

Виды рыб	Весна				Осень			
	уч. №1	уч. №2	уч. №3	уч. №4	уч. №1	уч. №2	уч. №3	уч. №4
Лещ	11,1	8,7	13,5	12,8	9,0	12,3	5,3	8,0
Жерех	4,3	-	3,7	5,3	4,5	6,1	3,6	3,7
Карась	33,3	27,9	7,4	16,0	23,2	25,2	23,7	34,4
Сазан	23,1	33,7	47,9	29,4	5,5	5,5	7,7	6,7
Б/толстолобик	-	-	8,8	7,0	3,2	2,8	5,3	-
Чехонь	1,7	2,9	-	-	3,2	8,3	13,0	12,9
Плотва	16,2	21,2	14	17,1	42,7	23,9	20,1	19,6
Сом	-	-	2,8	8,0	-	3,7	7,7	-
Судак	10,3	5,8	1,9	5,3	8,7	12,3	13,6	14,7

Наибольшее количество выловленных рыб, по данным научного сетного лова, составляет карась, сазан, где доля варьируется от 29,3 до 13,4 %, на остальные виды приходится от 2 до 9 %. Анализ данных, полученных в ходе сетевых уловов, свидетельствует о недостаточной численности взрослых особей рыбных популяций. Такие виды, как плотва и чехонь, преимущественно добывались с использованием мелкоячейных сетей, что привело к низкой доле промысловой рыбы в общем улове. Исследования показали, что сети с ячейей 70-90 мм демонстрировали минимальные результаты лова, захватывая преимущественно толстолобиков и крупных сазанов, а также реже сомов.

Биологические показатели промысловых видов рыб Шардаринского водохранилища по состоянию на 2024 г. были следующими.

Лещ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)). Основная часть популяции леща в данном водохранилище представлена местными особями р. Сырдарья. Формирование промыслового стада леща проходило длительный период и достигло максимальных значений в середине 80-х годов XX века. Впоследствии, с 1984 по 1989 г., численность популяции леща существенно сократилась. Это было вызвано интенсивным выловом рыбы в связи с угрозой массовой гибели вследствие сильного загрязнения водного бассейна. С тех пор численность леща в водохранилище не достигла прежних значений. Размерно-весовые показатели леща колебались: длина тела составляла от 9,5 до 31 см, а масса от 16 до 918 г. Средняя длина в популяции составила 22,1 см при массе 249,6 г. Коэффициент упитанности по Фультону для популяции леща варьировал от 1,8 до 2,2 ед., составляя в среднем 1,9 ед.

Жерех (*Aspius aspius* (Linnaeus, 1758)). В водохранилище жерех распространен повсеместно от плотинной части до верхнего бьефа. Весной на участках № 3 и № 4 формировались крупные нерестовые стаи. Размерно-весовые показатели жереха варьировались: длина тела от 15 до 57 см, масса от 43 г до 3 155 г. Средняя длина популяции составила 33,2 см при массе 698,2 г. Коэффициент упитанности по Фультону для популяции жереха варьировал от 1,4 до 1,8 ед. Возрастная структура представлена восемью генерациями, из них доминировали трехлетки (32,5 %).

Карась серебряный (*Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782)). Карась встречается по всей акватории Шардаринского водохранилища. Его среда обитания - глубины до 5 м, однако он не образует скопления в больших количествах. Нерест происходит при температуре воды от 16 градусов Цельсия и выше на мелководье с глубиной от 0,2 до 1,5 м. Размер и вес особей варьируется в пределах: длина от 8 до 31,5 см, а масса от 13 до 935 г. Средняя длина в популяции составляет 20,4 см при средней массе 268,2 г. Коэффициент упитанности по Фультону колеблется от 2,7 до 3,2 ед. и в среднем равен 2,8 ед. - что характерно для данного вида.

Возрастная структура популяции карася включает до восьми поколений, при этом преобладают четырехлетние особи (44,8 %).

Сазан (*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)). С момента образования водоема сазан являлся важным объектом промысла. Введение трехлетнего запрета на ловлю привело к росту численности популяции. Однако после отмены запрета она вновь сократилась из-за интенсивного вылова неполовозрелых особей браконьерами. Размерно-весовые характеристики сазана в уловах варьировались: длина тела от 12 до 57 см, масса от 46 г до 4 251 г. Средняя длина популяции составила 34 см при средней массе 964,3 г. Коэффициент упитанности по Фультону варьировался от 1,9 до 2,4 единиц, в среднем составляя 2,1 единицы. Возрастная структура популяции представлена девятью генерациями, при этом наибольшую долю (20,2 %) составляли четырехлетние особи.

Белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844)). В р. Сырдарья особи проникли из прудовых хозяйств и Фархадского и Кайраккумского водохранилищ, расположенных на территории Узбекистана. Коммерческий вылов этой рыбы впервые был отмечен в 1974 г. и составил 2,2 т. В промысловых уловах встречаются рыбы массой более 20 000 г. Размерно-весовые показатели толстолобика колебались: длина тела - от 21,5 до 72 см и масса - от 200 г. до 7 102 г. Средняя длина популяций составила 44 см при массе 2265,9 г. Коэффициент упитанности по Фультону популяции толстолобика варьировал от 1,8 до 2,1 ед.

Чехонь (*Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758)). До строительства гидротехнических сооружений на р. Сырдарья чехонь встречалась практически на всем ее протяжении, от Аральского моря до р. Карадарья. После возведения Шардаринского водохранилища этот вид рыб стал обычным элементом ихтиофауны водохранилища и распространился по всей его акватории, от плотины до истоков реки. Обитание чехони преимущественно сосредоточено в зоне чистой воды. Результаты исследований показали, что длина чехони варьировалась от 14,5 до 35 см, со средней величиной 24,7 см. Масса рыб колебалась от 27 до 440 г, со средним значением 163,7 г. В возрастной структуре популяции чехони преобладали особи в возрасте четырех лет (35,1 %).

Аральская плотва (*Rutilus rutilus aralensis* (Linnaeus, 1758)). Плотва встречается повсеместно в водохранилище, от плотинной части до зоны выклинивания. Она ингибирует все заливы, разливы, притоки, сбросные и дренажные каналы. Численность плотвы в водохранилище достаточно высока, однако она обычно попадает в улов в качестве сопутствующей рыбы к основным объектам промысла. В исследованных уловах размерно-весовые показатели плотвы варьировали от 8,5 до 25,5 см (длина тела) и от 22 до 352 г (масса). Средняя длина популяции составила 18 см при средней массе 133,3 г. Коэффициент упитанности по Фультону варьировался от 1,8 до 2,2 ед., составляя в среднем 2,1 ед. Возрастная структура популяции представлена шестью генерациями, из которых преобладали четырехлетние особи (54,8 %).

Сом (*Silurus glanis* *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758)). Текущее состояние запасов сома в водохранилище характеризуется как скромное. Основным фактором, обуславливающим снижение численности вида, является неудовлетворительное состояние естественного воспроизводства, сопровождающееся малочисленностью маточного поголовья. Результаты исследований показывают редкое обнаружение сома в уловах, преимущественно представленных особями небольшого размера. В промысловых уловах размеры сома варьируются от 50 до 170 см, при этом преобладает размерная группа 70-100 см. Иногда встречаются особи весом более 80 кг и длиной тела 180 см. Анализ размерно-весовых показателей сома в исследовательских уловах выявил диапазон длины тела от 26,5 до 115 см и массы от 163 г до 11 233 г. Средняя длина популяции составила 59,3 см при средней массе 964,6 г. Коэффициент упитанности по Фультону варьировался от 0,74 до 0,97 ед., в среднем составляя 0,88 ед. Популяция сома характеризуется наличием девяти возрастных групп. Наиболее многочисленной группой являются пятилетние особи, составляющие 27,8 % от общей численности популяции.

Судак (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)). В Шардаринском водохранилище судак демонстрирует как оседлый, так и частично мигрирующий образ жизни. Весной нерестовые особи перемещаются в верховья водохранилища и р. Сырдарья для размножения. Нерест происходит в притоках реки и на мелководных участках водохранилища. В период интенсивного роста судак осваивает всю водную поверхность. В ходе исследования размер пойманных судаков варьировался от 13 до 32,5 см, со средним значением 22,5 см. Масса особей колебалась в диапазоне от 300 до 3 175 г, со средним весом 666,2 г. Возрастная структура популяции судака была представлена семью поколениями, при этом наибольшую долю составляли годовалые особи (25,8 %) (рис. 3-4).

Анализируя батиметрический уровень Шардаринского водохранилища, можно отметить, что максимальное значение регистрируется в период с марта по июнь (251,6 мБС), а низкий уровень характерен для периода с августа по сентябрь (241,2 мБС).

На рис. 5 приведен батиметрический уровень Шардаринского водохранилища, при сопоставлении данных которого наглядно видно изменение площади водного зеркала в течение года, где площадь сокращается до 35 % в осенние периоды. Основными факторами, определяющими расходную часть водного баланса, является режим сброса воды через Шардаринскую ГЭС, Кызылкумский канал и Арнасайский водосброс. Соотношение между притоком воды по р. Сырдарья и объемом воды, забираемой различными водозаборами, непосредственно влияет на уровень наполнения водохранилища и его сезонные колебания.

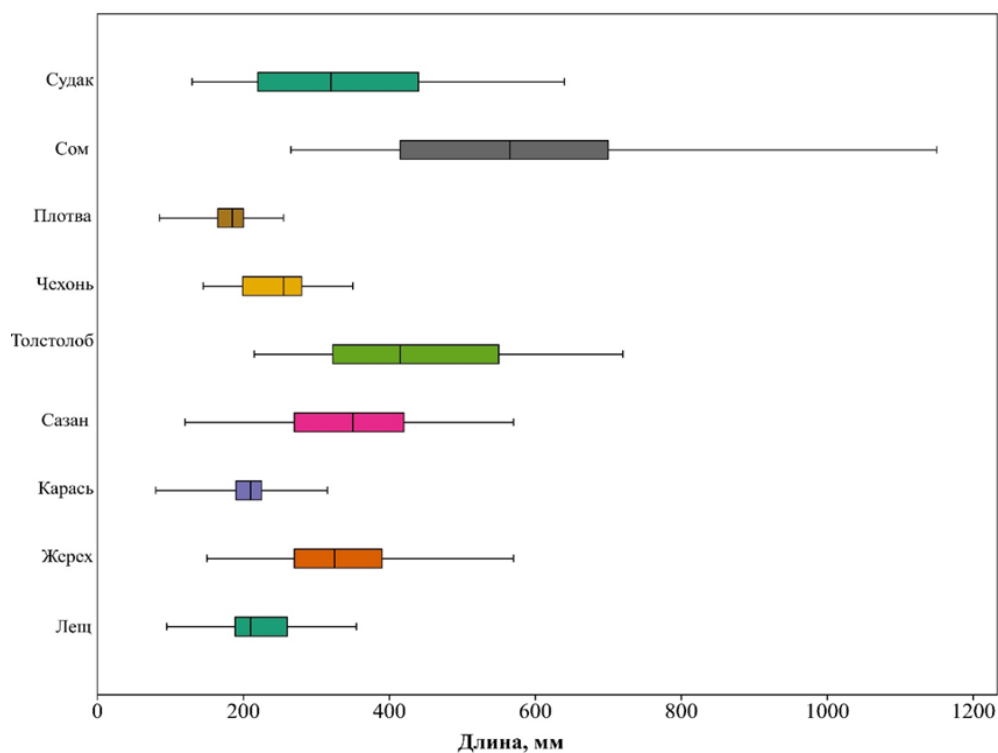


Рис. 3. Размерные показатели промысловых видов рыб Шардаринского водохранилища, 2024 г.

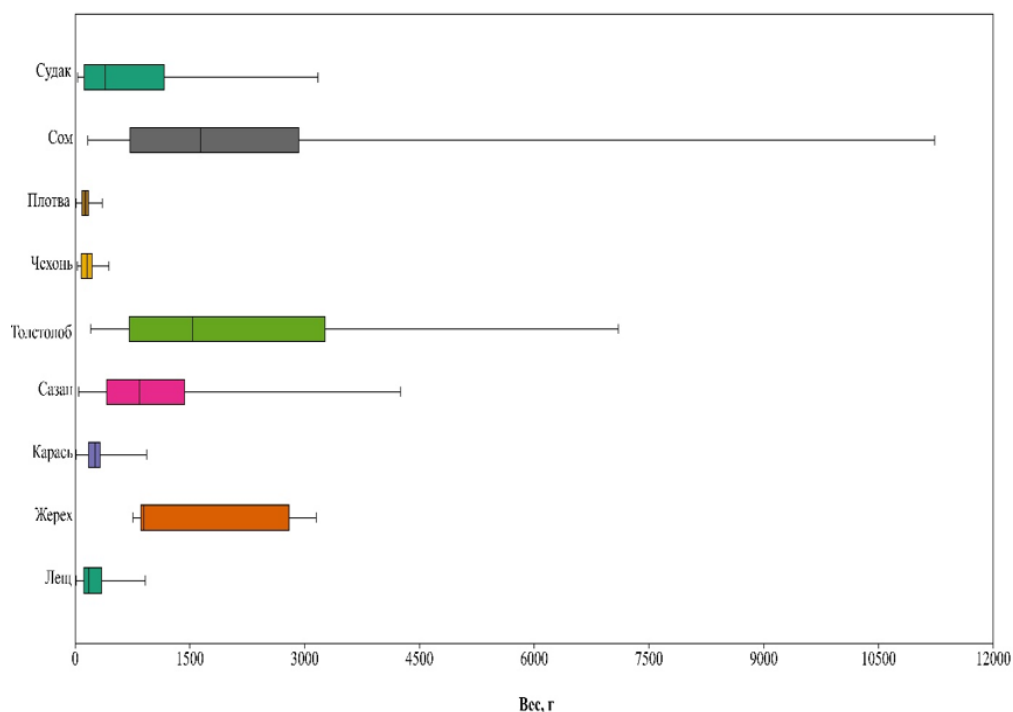


Рис. 4. Весовые показатели промысловых видов рыб Шардаринского водохранилища, 2024 г.

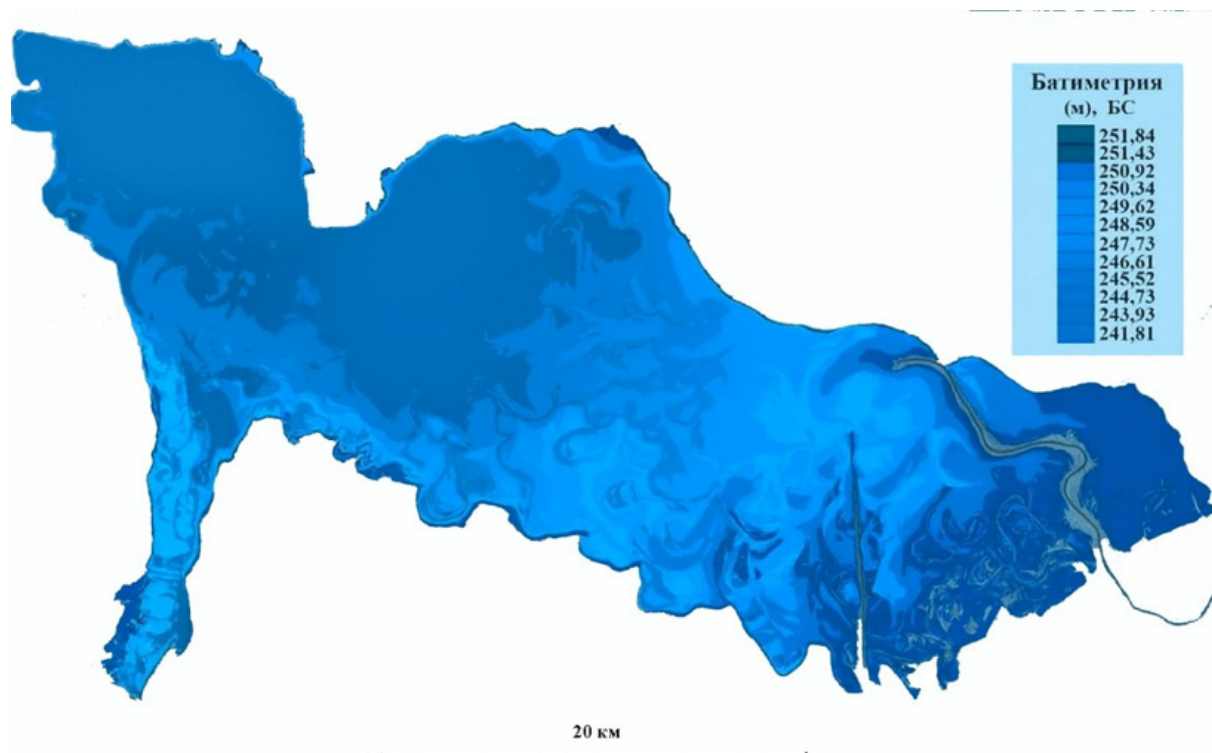


Рис. 5. Батиметрический показатель уровня воды Шардаринского водохранилища

Как показывают исследования, при ежегодном наполнении водоема в весенний период до нормального подпорного уровня (НПУ) обеспеченность нерестилищами очень высока. С середины летнего периода идет плавное снижение площади акватории и глубины водохранилища, что приводит к массовой гибели икры от обсыхания и утрате кормовых организмов, а также изменению гидрохимического режима.

На рис. 6 показаны расход воды ГП (гидрологического поста) Сырдария-Коктобе и попуск воды ГП Сырдария-Шардара ниже Шардаринского водохранилища.

В условиях равнинного аридного климата, где ирригационное водопотребление составляет 90 %, антропогенное влияние на минерализацию речной воды обусловлено преимущественно орошением. Несмотря на то что испарение в нижнем течении реки может незначительно повышать минерализацию воды, согласно расчетам К.Г. Лазарева, увеличение минерализации за счет испарения из водохранилищ в маловодные годы не превышает 8-10 % в бассейне Сырдарьи. В то же время воздействие всего комплекса антропогенных факторов приводит к многократному увеличению минерализации воды (Самбаев и др., [2024](#)). В периоды колебания водности в 2005 и 2007 гг., в трансграничном

стоке, весной минерализация воды под влиянием некоторых притоков реки, подвергается разбавлению, что привело к заметному снижению минерализации в речной воде. Однако в 2012-2014 гг. она существенно увеличилась, достигая в вегетационный период значений о 1500-1600 мг/дм³. С 2023 по 2024 г., в отличие от предыдущих лет, в нижнем течении реки минерализация воды к началу весны значительно снизилась от 980 до 480 мг/дм³, что свидетельствует о интенсивном подаче воды в нижнее течение р. Сырдарья благодаря двусторонним соглашениям соседних республик.

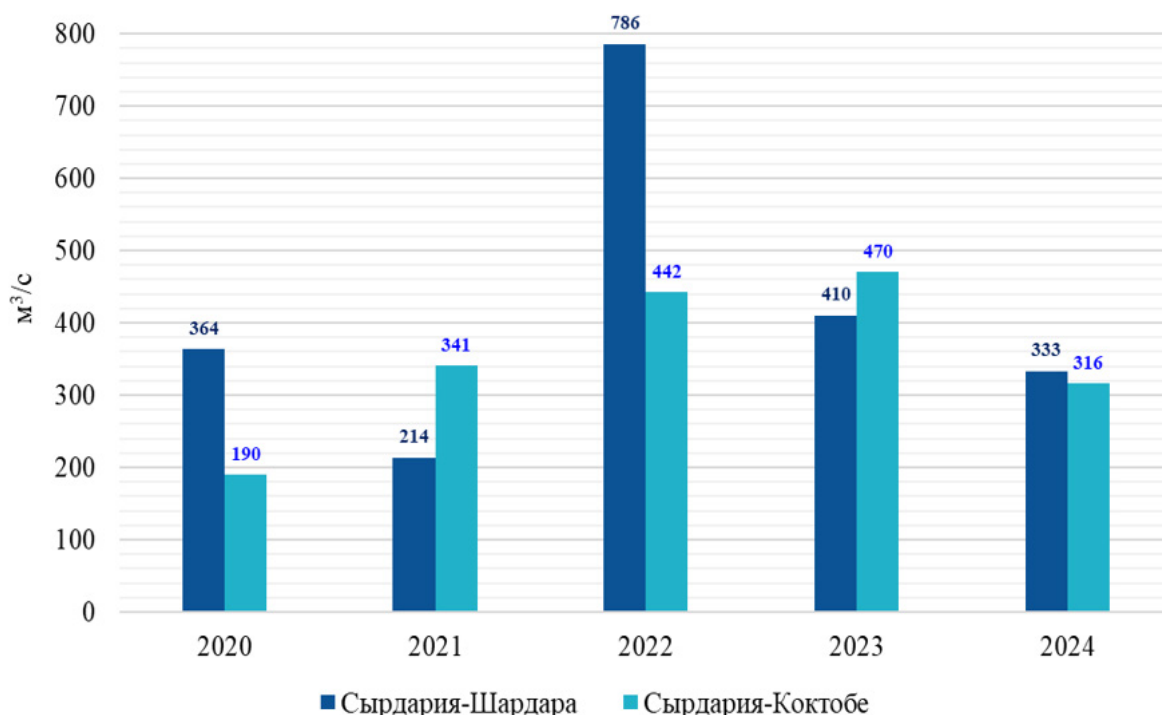


Рис. 6. Динамика расхода и попуска воды Шардаринского водохранилища (2020-2024)

Согласно классификации, предложенной Алекиным (1953), вода Шардаринского водохранилища характеризуется низким содержанием растворенных солей и классифицируется как пресная. Преобладающим анионом в ее составе является гидрокарбонат. Результаты наблюдения за изменением показывают неоднородность минерализации воды по годам, а также достаточно высокое превышение в осенние периоды в зависимости от попуска воды ниже водохранилища.

Воды р. Сырдарья непрерывно транспортируют в Шардаринское водохранилище разнообразные биогенные соединения, причем их количество возрастает в летне-осенний период. Согласно результатам исследований, концентрация аммонийного азота в воде водохранилища колеблется в диапазоне

от 2,9 мг/дм³ летом до 3,5 мг/дм³ осенью. Нитриты также присутствуют в воде, но в более низких концентрациях - от 0,015 до 0,017 мг/дм³ соответственно.

Фосфаты играют существенную роль в биогенном питании водных объектов, поскольку непосредственно участвуют в биопродукционных процессах. Концентрация фосфатов характеризуется стабильностью в течение года и варьируется в пределах 0,005-0,006 мг/дм³. Из тяжелых металлов превышение характерно для меди в 3 раза - 0,0019 мг/дм³, что даже в малых концентрациях токсично для мальков и личинок рыб, нарушает обмен веществ у гидробионтов. Рост биогенных показателей по течению реки может быть обусловлен влиянием 150 коллекторно-дренажных стоков, поступающих в речную систему с орошаемых территорий, а также переходом реки на подземное питание в период межени (таблица 5).

Таблица 5. Оптимальные и критические параметры для развития гидробионтов по сезонам года в Шардаринском водохранилище

Гидрофизические параметры				Гидрохимические параметры					
Сезон года	t° C	Глубина, м	Уровень мБС	O ₂ мг/дм ³	TDS мг/дм ³	NH ₄ мг/дм ³	NO ₂ мг/дм ³	NO ₃ мг/дм ³	Медь мг/дм ³
Оптимальный уровень									
весна	8-15	2,5-4,5	250-251	7-8	675	0,010	0,015	2,6-3,2	0,0
лето	21-25	1,5-3,5	248-249	6-7	850	0,020	0,100	4,5-5,2	0,0
Критический уровень									
В течение года	32-35	1,1-1,4	244-245	4-5	1850	0,5	3,3	10	0,5

Температура воды влияет не только на рыбу, но способствует также развитию паразитов и возникновению различных болезней (Su и др., 2021). Известно, что некоторые инфекционные болезни рыб (к примеру, вирусная геморрагическая септицемия форели) возникают в относительно холодной воде (при 10-12 °C), другие, наоборот, наиболее остро протекают при более высокой температуре воды (20-25 °C), сюда относятся аэромонос (краснуха), воспаление плавательного пузыря (ВПП), бранхиомикоз карпов и др. При низкой температуре воды у карповых проявляется также простуда, болезнь Штаффа, особенно тяжело протекающая у зимующих сеголетков. Температурный режим

Шардаринского водохранилища отличается от температурного режима р. Сырдарья. Температура воды в водохранилище в среднем на 5-7 0С выше, в результате чего велика вероятность раннего развития численности паразитов (рачков, моногеней, трематод, цестод).

В целом, состояние гидрофизических и гидрохимических параметров воды Шардаринского водохранилища остается неблагоприятным для развития и жизнедеятельности гидрофауны. Это обусловлено спецификой условий по рыбопромысловым участкам и сезонам года. Качественные показатели воды соответствуют III классу в весенний период и IV классу в осенний период согласно «Единой системе классификации качества воды в водных объектах».

4. Обсуждение результатов

Экологические факторы представляют собой любые элементы или условия окружающей среды, вызывающие у организмов приспособительные реакции, или адаптации. Важно отметить, что за пределами диапазона приспособительных реакций находятся летальные значения факторов, то есть такие значения, которые приводят к гибели организмов. Следует также принять во внимание следующее определение: экологический фактор - это неделимый элемент среды, способный оказывать прямое или косвенное воздействие на живые организмы, по крайней мере, на одной из стадий их жизненного цикла (Дроздов, Тыркин, [2021](#)). К экологическим факторам воздействия на рыб Шардаринского водохранилища можно отнести следующие.

Гидрологический режим:

- колебания уровня воды (особенно весной и летом) нарушают нерест рыб;
- быстрое сбросное регулирование воды из плотины приводит к вымыванию молоди и икры.

Гидрохимический режим:

- вода из р. Сырдарья (в том числе из Узбекистана) содержит сельхозстоки (пестициды, тяжелые металлы, органические загрязнители);
- повышенная мутность и заиливание дна затрудняет нерест и дыхание рыб;
- летняя эвтрофикация - цветение воды (бурный рост водорослей) приводит к ухудшению качества воды, снижению прозрачности, изменению кислородного режима и гибели водных организмов;
- развитие паразитов и болезней на фоне загрязнения и скученности рыб.

Ихтиофауна Шардаринского водохранилища сформировалась за счет видов рыб, обитавших в среднем и нижнем течении р. Сырдарья, а также рыб-вселенцев. В ходе исследований, проведенных Казахским научно-

исследовательским институтом рыбного хозяйства (КазНИИРХ) в период с 1965 по 2001 г., в водохранилище было зарегистрировано от 17 до 33 видов рыб. Промышленный вылов рыбы в Шардаринском водохранилище начался в 1968 г. С 1968 по 1974 г. объем вылова увеличился с 400 до 1652 тонн, составляя в среднем 963 тонны в год. Основными видами в улове были лещ (52,2 %) и сазан (22,7 %). Промысловая продуктивность в этот период была сравнительно невысокой и колебалась в пределах 6,9-19,6 кг/га.

В период с 1980 по 1989 г. интенсивный промысел и массовая гибель сазана, толстолобика и леща в результате залповых отравлений и хронического пестицидного токсикоза привели к тому, что серебряный карась стал доминирующим видом в ихтиоценозе (Исхахов и др., [2022](#)).

Анализ доминирующего состава рыб Шардаринского водохранилища позволяет выделить следующие периоды: с 1970 по 1975 г. - сазано-лещевой, с 1980 по 1985 г. - лещево-судачий, с 1988 по 2000 г. - карасевый, характеризующийся быстрым ростом численности серебряного карася. Начиная с 2005 г. и по настоящее время доминантами остаются в первую очередь серебряный карась, далее судак и сазан (Климов, [2007](#)).

По результатам исследований на Шардаринском водохранилище, влияние экологических факторов (абиотических и биотических), произошедших в последние десятилетия, способствовали перестройке структуры популяции.

В летний период при максимальной сработке воды обсыхает более половины акватории водохранилища. Результаты научного лова показали неоднородность распределения промысловых видов рыб по сезонам года.

Отмечается миграция основной массы промысловой части популяции в верховье водохранилища, в зону нерестилищ, где действует режим круглогодичного запрета на ловлю.

Анализ уловов, выполненных с применением порядковых научных сетей, показал, что наибольшая численность рыб фиксировалась в сетях с размером ячеи 18 и 40 мм, на долю которых приходится 62 % общего улова. Это свидетельствует о доминировании в популяции младшевозрастных и мелкоразмерных особей. В то же время промысловый лов, осуществляемый местными рыбаками, ведется преимущественно с использованием сетей с размером ячеи 40 мм и более, что обеспечивает вылов особей промысловой меры в соответствии с действующими нормативами.

Исследования Шардаринского водохранилища выявили негативные тенденции в популяциях интенсивно эксплуатируемых видов рыб. Уменьшение размерно-возрастных групп указывает на неблагоприятное состояние запасов, восстановление которых потребует значительного времени.

В то же время средние показатели слабо эксплуатируемой чехони остаются

стабильными. Наблюдается тенденция к росту численности карася, что вызывает опасения, поскольку его увеличение может привести к конкуренции с сазаном за пищевые ресурсы. Размерный состав судака также не отвечает требованиям товарной рыбы.

Существующая система распределения квоты на вылов рыбы по участкам Шардаринского водохранилища не учитывает площади промысловых участков и их продуктивность, что приводит к неэффективному использованию ресурсов. Постоянная миграция промысловых видов рыб в связи с преднерестовыми и кормовыми миграциями, а также скатом рыбы при обсыхании участков вызывает сезонные изменения концентрации рыбы. Шардаринское водохранилище играет значительную роль как с точки зрения экологии, так и с позиции хозяйственного значения (Yang и др., [2020](#)).

Многолетние наблюдения за суммарным стоком Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна в период с 1932 по 2019 г. выявили средний объем стока в размере 21,8 км³. При этом расчетные потребности на водные ресурсы составляют 5,82 км³/год. Из общего объема стока 2,8 км³ ежегодно расходуется на естественные процессы: испарение с поверхности водохранилищ и русел рек, а также фильтрацию в ложе и руслах речных систем (Кгура и др., [2018](#)).

Гидрологическое состояние водохранилища за период 1976-1990 гг. характеризуется как средневодное (12 км³) (Амиргалиев, 2007). С 1992 по 2000 г. оно многоводное, где средний приток достигал до 18,5 км³; с 2000 по 2010 г. формирование характеризуется массовыми сбросами в Айдарколь (узбекская сторона), уровень часто приближен к мертвому объему; с 2011 по 2015 г. идет активное накопление через Коксарайский контррегулятор, контроль паводков; с 2018 по 2021 г. наблюдается острый дефицит притока воды, экологическая и урбанистическая напряженность; в период с 2023 по 2025 г. наблюдается стабильно высокая наполненность до 90 % с превышением ежегодных значений в связи с достигнутыми с узбекской стороной договоренностями.

Наполненность Шардаринского водохранилища в 2024 г. была увеличена на 300 млн м³ и сохраняется на уровне 4,8 км³, средний приток воды за май составил 350 м³/с (90 м³/с в 2023 г.). С апреля Узбекистан направил Казахстану более 4 млрд м³ воды по р. Сырдарья, кроме того, 488,6 млн м³ отправил Таджикистан по межгосударственному каналу «Достық». Это на 40 млн м³ больше, чем в 2023 г. и на 45 млн м³ больше запланированного на 2024-й год объема. Дополнительно между Казахстаном, Таджикистаном и Узбекистаном был подписан документ по согласованию графика режима работы водохранилища «Бахри Точик» на июль - август текущего года, что позволит обеспечить водоподачу на данные два объекта. Отметим, что формирование гидрологической обстановки Шардаринского водохранилища, связанное с маловодностью, с 2010 по 2022 г.

носило напряженный гидроэкологический характер, где в первую очередь имело неблагоприятное влияние на развитие гидробионтов.

Уровень воды в Шардаринском водохранилище достигает своего максимума в период с февраля по май. К началу лета приток воды значительно сокращается вследствие интенсивного изъятия ее вышерасположенными водохранилищами (Фархадским, Кайраккумским, Токтогульским, Червакским) и ирригационными каналами.

Основной принцип эксплуатации Шардаринского гидроузла заключается в обеспечении потребности в воде для нижних участков реки, прежде всего для орошения сельскохозяйственных угодий (Snow и др., 2020). Как видно из диаграммы уровня воды, резкое снижение объема водохранилища наблюдается в третьем квартале года (рис.7).

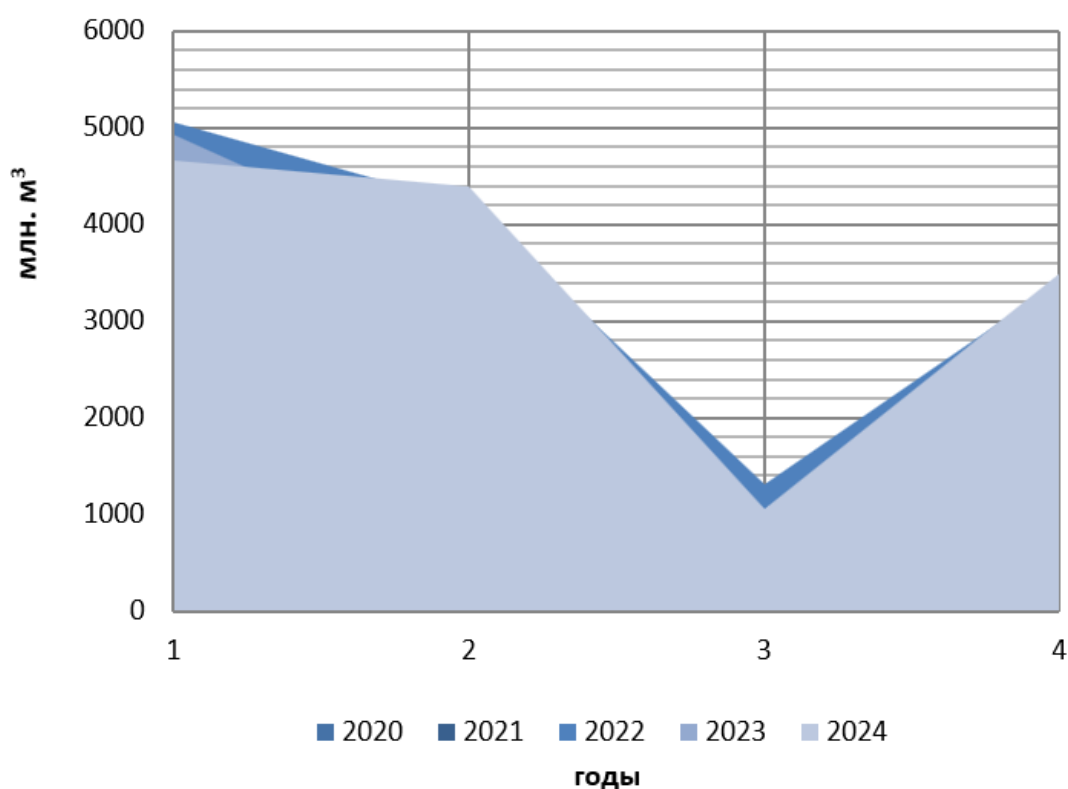


Рис.7. Состояние наполнения Шардаринского водохранилища, объем за 2020-2024 гг. (млн м³)

Промысловые участки № 3 и № 4 в конце лета подвержены сокращению акватории на 32 %, что связано с ирригационным назначением водохранилища. В период сработки воды на отшнурованных и обмелевших участках идет утрата кормовых организмов, личинки и мальки рыб, не успевшие скатиться

в глубоководные районы, подтверждены гибели и в целом качество воды заметно меняется от газового режима до биогенных соединений и тяжелых металлов. Одним из важных показателей гидрохимического режима воды является минерализация, биогенный состав и тяжелые металлы. Основными загрязняющими веществами в поверхностных водных объектах являются главные ионы солевого состава (магний, хлориды, кальций, сульфаты), биогенные и органические соединения (аммоний-ион, ХПК, БПК, фосфор общий, фосфаты), тяжелые металлы (медь) и взвешенные вещества (Allen и др., [2023](#)). При мертвом уровне в конце летнего до конца осеннего периода минерализация воды и другие показатели неравномерно распределяются по участкам водоема.

Процесс испарения, температурное повышение, сток биогенов (нитраты) с тяжелыми металлами (медь) приводят к изменению качества воды, что губительно для мальков и средневозрастных рыб. При резком спуске больших объемов воды через шлюзы Шардаринской ГЭС также происходит массовая гибель молодежи ценных промысловых рыб, таких как судак, сазан, жерех и сом. Как показывает исследование видового состава рыб, наиболее многочисленными видами рыб - плотва, чехонь и карась - недоиспользуются (Kulikov и др., [2024](#)). Недоиспользование в годовом расчете в основном характерно для толстолобика, так как вероятность его попадания на применяемые орудия лова низкая. Возможность переиспользования от лимита вероятна, так как показатели статистики вылова ценных видов рыб (сазана, жереха и растительноядных рыб) не отражают истинную картину фактических уловов. Как известно, вышеприведенные коммерчески ценные виды рыб крайне мало учитываются в промысловой статистике вылова и изымаются в основном для личного потребления (сазан и растительноядные рыбы) и для продажи (судак, жерех).

В целом с влиянием выше описанных экологических факторов в Шардаринском водохранилище их воздействие на развитие гидробионтов остается проблемным. Чтобы сохранить разнообразие ихтиоценоза в Шардаринском водохранилище необходимо:

- отрегулировать в зависимости от водообеспеченности сбросный баланс воды во избежание резкого обмеления на участках;
- эффективно осваивать имеющиеся запасы рыб водохранилища с использованием 20 % улова (лимита) сетями и 80 % улова неводами;
- на межгосударственном уровне необходимо разработать и утвердить регламент расхода воды в р. Сырдарья с учетом требований эффективного воспроизводства толстолобика. Предлагаемые объемы расхода воды: 1000-2000 м³/с в апреле и 1500-1000 м³/с в мае.

Исследования показывают, что ежегодные потери молодежи и промысловых стад ценных видов рыб в течение двух месяцев действия Арнасайского аварийного

сброса составляют от 18 до 64 млн особей. Значительная сработка воды (800-1600 м³/с) через Арнасайский шлюз приводит к выносу рыбы из водохранилища в Арнасайскую низменность (Узбекистан). Для решения этой проблемы необходимо установить электрические рыбозаградительные устройства (РЗУ) в теле Арнасайского аварийного шлюза.

Также требуется осуществлять спасение молоди и взрослых рыб из оросительной системы и поливных каналов вдоль магистральных водоводов и отшнуровавшихся водоемов при летних и зимних заморах.

Неурегулированность вопроса водопользования в Центральной Азии и приоритет мелиорации и энергетики в распределении водных ресурсов Сырдарьи негативно сказываются на развитии рыбных ресурсов Арало-Сырдарьинского бассейна, включая Шардаринское водохранилище.

Нерешенность проблемы вододеления в Центрально-Азиатском регионе и сохранение прежнего приоритета мелиорации и энергетики в распределении водных ресурсов р. Сырдарья значительно препятствуют развитию рыбных ресурсов на водоемах Арало-Сырдарьинского бассейна, в том числе на Шардаринском водохранилище (Peña-Ramos и др., [2021](#)).

5. Заключение

Анализ и визуализация данных в пространственном распределении популяции рыб в водохранилище в зависимости от экологических факторов показали, что, начиная с летнего периода, создаются неблагоприятные условия. Основное влияние - это гидрологический и гидрохимический режим, который приводит к снижению площади обитания, изменению качества воды и ухудшению кормовой базы.

В ходе исследования были проанализированы биологические показатели рыб, их процентное соотношение по промысловым участкам. В сезонном распределении по участкам были следующие различия: встречаемость леща, сазана, б/толстолобика осенью на участках № 3 и № 4 ниже у леща на 4-5 %, жереха - на 2,5 %, сазана - на 20 %, б/толстолобика - на 3-4 %, т. е., кроме карася, остальные виды рыб подвержены факторам воздействия.

По результатам анализа качества воды по участкам в летне-осеннее время имеется превышение минерализации воды в среднем на 500-600 мг/дм³, а также содержание нитратов и меди превышает нормативы. В отношении класса качества воды класс меняется с III на IV, где развитие гидробионтов усложнено.

Увеличение численности карася в водоеме может негативно повлиять на рост сазана, поскольку карась и сазан конкурируют за одни и те же ресурсы, такие как пища и пространство. Это может привести к замедлению роста сазана,

а также к снижению его численности. Из хищных промысловых ценных видов рыб судак наиболее приспособлен к изменениям сезонных условий. Наблюдается омоложение промыслового стада судака, что объясняется ориентацией промысла на крупные особи рыб, имеющих наибольшую коммерческую ценность, а остальные виды в сезонном аспекте массово встречаются по определенным участкам водохранилища, привязанным к устьям впадающих рек и более глубокой приплотинной зоне.

Конфликт интересов

Все авторы ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Финансирование работы

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках проекта (BR23591095) «Комплексные исследования водоемов для сохранения и устойчивого использования водных биологических ресурсов на основании оценки их потенциала и моделирования динамики запасов» при грантовом финансировании Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан.

Список литературы

- Абаев, Н.Н., Сагатдинова, Г.Н., Маглинец, Ю.А., Терехов А.Г. (2022). Спутниковые оценки процессов заиливания Шардаринского водохранилища в период 1999-2021 гг. (река Сырдария, Казахстан). Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 19(5), 210-221. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-5-210-221>
- Алекин, О.А. (1953). Общая гидрохимия. М.: Гидрометеиздат, 1953.
- Амиргалиев, Н.А. (2007). Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия, проблемы водной токсикологии. Алматы: Бастау, 30-33.
- Бюллетень гидрологических данных Кызылординского филиала «Казгидромет», 2020-2024. Дата обращения 05.06.2025. Казгидромет <https://www.kazhydromet.kz/ru/?ysclid=meb0ekh6p581399538>
- Дроздов, В.В., Тыркин, И.А. (2021). Экологическая безопасность промышленного рыболовства: учебное пособие. Российский государственный гидрометеорологический университет. Санкт-Петербург: Изд-во РГГМУ, 251-253.
- Жизнь животных: в 6 т. (1983). Гл. ред. В.Е. Соколов, под ред. Т.Е. Расс. М.: Просвещение.
- Исхахов, Ғ.Ж., Баракбаев, Т.Т. & Үсенова, М.Б. (2022). Шардара суқоймасындағы кәсіптік балық түрлерінің популяцияларының белсенді аулау құралдарындағы жағдайын сараптау. Ғылым және білім. 4-3(69), 125-126. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2022-4-3-122-129>
- Кипшакбаев, Н., Де Шуттер, Ю., Духовный, В.А., Мальковский, И.М., Огарь, Н.П., Хайбуллин, А.С., Япрынцеv, В.В., Тучин, А.И. & Яхиева, К.К. (2010). Восстановление экологической системы в дельте Сырдарьи и северной части Аральского моря. Алматы: «ЭВЕРО».
- Климов, Ф.В. (2007). Биологические основы реконструкции ихтиофауны Шардаринского водохранилища Казахстана. PhD Thesis, Астрахань.
- Отчет о НИР ТОО «НПЦРХ» (2018-2024). Определение рыбопродуктивности водоемов и/или их участков, разработка биологических обоснований прогноза допустимых уловов и выдача рекомендаций по режиму и регулированию рыболовства на водоемах международного и республиканского значения Арало-Сырдарьинского бассейна. Раздел: Шардаринское водохранилище и р. Сырдарья в пределах Туркестанской области. Кызылорда, 2018-2024 гг.
- Правдин, И.Ф. (1966). Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 254-376.

- Приказ и. о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27 февраля 2015 года № 18-04/148 «Об утверждении Правил рыболовства (2015)». Дата обращения 05.06.2025. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010606>
- Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151 «Об утверждении единой системы классификации качества воды в водных объектах» (2016). Дата обращения 05.06.2025. <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513>
- Самбаев, Н.С., Исхахов, Г.Ж., Сариев, Б.А. & Кенжебаев, Т.К. (2024). Сравнительные исследования ионно-солевого состава воды Малого Аральского моря и Шардаринского водохранилища. *Central Asian Scientific Journal*, 4 (23), 21-22.
- СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 (2003). Вода. Общие требования к отбору проб. Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан. Введен в действие 01.01.2005. Справочник технического комитета по стандартизации. М.: ИПК издательство стандартов.
- Чугунова, Н.И. (1959). Руководство по изучению возраста и роста рыб: методическое пособие по ихтиологии. Москва: Издательство Академии наук СССР.
- *Allen, D. S., Kolok, A. S., Snow, D. D., Satybaldiyev, B., Uralbekov, B., Nystrom, G. S. & Jeffries, M. S. (2023). Predicted aquatic and human health risks associated with the presence of metals in the Syr Darya and Shardara Reservoir, Kazakhstan. *Science of The Total Environment*, 859, 159827. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159827>
- *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*, V. 17, 3-9. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1770.2012.00492.x>
- *Harrison, I., Abell, R., Darwall, W., Thieme, M.L., Tickner, D. & Timboe, I. (2018). The fresh water biodiversity crisis. *Science*, 362 (6421) 1369-1369. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aav9242>
- *Kulikov, Y., Sambayev N., Pavlenko A., Isbekov, K. & Barakbayev, T. (2024). Ways of optimizing the fishery in the Small Aral Sea, taking into account the biotopic distribution of fish fauna. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 17(5), 1749-1761.
- *Krupa, E., Barinova, S., Assylbekova, S. & Isbekov, K. (2018). Structural indicators of zooplankton in the Shardara reservoir (Kazakhstan) and the main influencing factors. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(5), 659-669. <https://doi.org/10.4194/1303-2712- v18 5 02>

- *Peña-Ramos, J. A., Bagus, P. & Fursova, D. (2021). Water conflicts in Central Asia: Some recommendations on the non-conflictual use of water. *Sustainability*, 13(6), 3479. <https://doi.org/10.3390/su13063479>
- QGIS Development Team (2021). QGIS 3.22.1. Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. Дата обращения 25.06.2025
- *Snow, D. D., Chakraborty, P., Uralbekov, B., Satybaldiev, B., Sallach, J. B., Hampton, L. T. & Bartelt-Hunt, S. B. (2020). Legacy and current pesticide residues in Syr Darya, Kazakhstan: Contamination status, seasonal variation and preliminary ecological risk assessment. *Water research*, 184, 116141. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116141>
- *Su, G., Logez, M., Xu, J., Tao, S., Villéger, S. & Brosse, S. (2021). Human impacts on global freshwater fish biodiversity. *Science*, 371(6531), 835-838. <https://doi.org/10.1126/science.abd3369>
- *Yang, X., Wang, N., Chen, A. A., He, J., Hua, T. & Qie, Y. (2020). Changes in area and water volume of the Aral Sea in the arid Central Asia over the period of 1960-2018 and their causes. *Catena*, 191, 104566. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104566>