УДК 631.587 (575.1) https://doi.org/10.5281/zenodo.14721366

Чембарисов Э.И., Баллиев А.И.

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем,
Ташкент, Узбекистан

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ВОДОТОКОВ И ВОДОЕМОВ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЁ УМЕНЬШЕНИЮ

Аннотация. *В связи с неблагоприятной гидроэкологической обстановкой в Южном Приаралье наблюдения за загрязненностью воды в водных объектах данного региона имеют, как научную, так и практическую ценность. Это касается не только качества воды р. Амударья, воды оросительных каналов (Дустлик, Суенли, Кегейли), но и качества воды озер (Сарыкамышского, Судочье, Жылтырбас, Дауткуль, Акчакуль, Макпалкуль, Каратерень, Шегекуль, Муйнакский залив) и коллекторов региона (КС-1, КС-3, КС-4, ККС). В связи с этим в данной статье рассмотрена загрязненность наиболее крупных водотоков и водоемов Каракалпакстана по данным Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Каракалпакстан за 2023 год.*

Ключевые слова*: водотоки и водоёмы, Южное Приаралье, загрязняющие ингредиенты, минерализация, ПДК, практические рекомендации.*

Chembarisov E.I., Balliev A.I.

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent, Uzbekistan

POLLUTION OF WATERCOURSES AND RESERVOIRS OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR ITS REDUCTION

Abstract. *Due to the unfavorable hydroecological situation in the Southern Aral Sea region, observations of water pollution in water bodies of this region have both scientific and practical value. This concerns not only the quality of the water of the Amu Darya River, the water of irrigation canals (Dustlik, Suenli, Kegeyli), but also the quality of the water of lakes (Sarykamysh, Sudochie, Zhyltyrbas, Dautkul, Akchakul, Makpalkul, Karateren, Shegekul, Muynak Bay) and collectors of the region (KS-1, KS-3, KS-4, KKS). In this regard, this article examines the pollution of the largest watercourses and reservoirs of Karakalpakstan according to the data of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Karakalpakstan for 2023.*

Key words: *watercourses and reservoirs, Southern Aral Sea region, polluting ingredients, mineralization, MAC, practical recommendations.*

Введение и постановка проблемы. В мире проводятся научные исследования по оценке изменения климата в различных странах, его влияния на количество и качество поверхностных водных ресурсов, их изменению за многолетний период, анализу современного гидрологического и гидрохимического режимов речных и коллекторно-дренажных вод, по анализу современного гидрохимического и гидробиологического состояния существующих озер, водохранилищ и степени их загрязнения. Особенно актуальна эта проблема для низовий р. Амударьи, что связано не только с изменением климата, по и с продолжающим усыханием Аральского моря.

В Узбекистане проводится ряд реформ, которые направлены на рациональное и эффективное использование имеющихся поверхностных водных ресурсов, создание безопасной гидроэкологической среды и охрану окружающей природной среды. В

стратегии развития Нового Узбекистана намечены такие задачи, как «реформирование механизмов использования ресурсов, обеспечение их рационального использования, улучшение экологической ситуации в городах и районах»[2]. В связи с этим большое значение приобретают научные исследования, направленные на оценку гидрологического, гидрохимического состояния и степени загрязнения водных объектов Республики Каракалпакстан, включая водотоки и водоемы Южного Приаралья, а также малые локальные водоемы, выделенные Агентством Международного фонда спасения Арала (МФСА) с целью их постоянного функционирования.

В связи с этим в данной статье рассмотрена загрязнённость различных водных объектов вышеназванной территории по данным Узгидромета и Министерства по экологии, охране окружающей среды и изменению климата Республики Каракалпакстан.

Изученность вопроса. В 1996 г. в журнале «Экологический вестник Узбекистана» М.А. Якубов и Л.З. Шерфединов опубликовали статью «Мелиоративно-гидрологические процессы в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи» [17]. Авторы писали, что качество воды зоны формирования стока в бассейнах Сырдарьи и Амударьи практически не претерпело изменений за время строительства и эксплуатации каскадов водохранилищ, за исключением мест сброса некоторых источников биологического (коммунально-бытовые стоки, стоки животноводческих комплексов), химического (стоки рудников и гальванических производств) и радиоактивного (шахты и их отвалы) загрязнения. Авторы отмечали, что ассимилирующая способность рек в верховьях еще достаточно высокая, и в створах полного смешивания концентрации загрязняющих веществ, как правило, не выше предельно допустимых значений (ПДК).

Э.И. Чембарисов, Ю.Н. Лесник и Д. Алимова в 1997 г. опубликовали статью «От верховьев до низовья» в журнале «Экологический вестник Узбекистана» [13]. В этой статье приведены характеристики гидроэкологической обстановки в различных областях Узбекистане по оценке качества речной воды для хозяйственно-питьевых целей с учетом большинства химических ингредиентов неорганического и органического происхождения, а также содержания биогенных веществ. В одном из выводов авторы статьи отмечают, что в низовьях рек Чирчика, Ахангарана и Сырдарьи категория речной воды «плохая», а в Чиназском и Бекабадском районах она «опасная», так как отмечалось превышение ПДК у пяти-восьми ингредиентов.

Л.А. Алибеков и С.Л. Алибекова [1] при подробном описании экологического состояния бассейна р. Зарафшан по состоянию на конец двадцатого века отмечали, что в Зарафшанской долине качество питьевой воды из года в год ухудшается, что связано с качеством воды р. Зарафшан. Авторы отмечают, что в Зарафшанской долине в год формируется 2.3 км^3 коллекторно-дренажных вод, поступающих с ядохимикатами, стоками промышленных, коммунальных-бытовых и животноводческих сбросов. Зарафшан загрязняется нефтепродуктами, фенолом и другими ингредиентами. Так, в районе г. Самарканда содержание нефтепродуктов составляло 1,8 ПДК, хрома (шестивалентного) – 3,0 ПДК, меди – 2,5 ПДК, азота нитратного – 6,0 ПДК [1].

Э.И. Чембарисов, К.М. Атаназаров, Т.Ю. Лесник и М.В. Раннева рассмотрели ухудшение качества воды в различных водоемах и водотоках Каракалпакстана за счет влияния повышенного содержания биогенных элементов (нитратов NO_3^-, нитритов NO_2^-, аммонийного азота NH_4^+ фосфора PO_4^-) по данным полевых исследований за 1991-1997 гг. [11]. Авторы обнаружили, что в коллекторно-дренажных водах содержание нитритного азота (NO_2^-) значительно выше, чем в остальных категориях поверхностных вод (речная вода, каналы, водоемы, источники питьевого водоснабжения). Они также отмечали, что в целях снижения интенсивного антропогенного воздействия в низовьях

[2]Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» от 28 января 2022 года.

Амударьи следует разработать систему экологического мониторинга, полнее учитывающую сток биогенных элементов.

А.Ж. Жакыпова, К.М. Атаназаров и Л.Г. Константинова рассмотрели изменение гидрохимических характеристик водных объектов Южного Приаралья за 1997-2000 гг. Авторы отмечают, что минерализация Амударьи изменялась в годовом цикле от 860 до 1430 мг/л, вода относилась к сульфатно-хлоридному классу и кальциевой группе. В период исследований в воде Амударьи содержание минеральных форм азота колебалось от 0,03 до 0,08 мг/л, в воде коллектора ККС оно было в 3,3 раза выше, а в озерах Машанкуль и Ходжакуль были отмечены значительные концентрации биогенных веществ [6].

Г.П. Ким и Э.И. Чембарисов изучили загрязнение ледников Средние Азии в связи с антропогенной деятельностью. Были получены данные о химическом составе следующих ледников: Аксу, Джолджилга, Караказык западный (Южный Тянь-Шань), Северный Акархар, Гурумды-3 (Восточный Памир), Текеш, Баркрак Средний, Баркрак Правый (Западный Тянь-Шань). Наиболее загрязненной оказалась вода с ледника Аксу: Al^{2+} – 122,0; Fe^{+2} –138,0, Mn^{2+} – 0,1 Cr^{2+} – 1,0; Zn^{2+} – 10,0; Cu^{2+} – 0,03; Cd^{2+} – 0,1; Pb^{2+} –1,0; а Ni^{2+} и Co^{2+} отсутствовали. Авторы пришли к выводу, что антропогенное влияние, характеризующееся ростом концентраций некоторых металлов в пробах снега и льда, активно проявляется на ледниках Средней Азии [7].

С.Р. Шодиев, Э.И. Чембарисов, М.Б. Жумаева в своей монографии «Гидрологические и гидрохимические особенности поверхностных вод бассейна реки Зеравшан», рассматривая различные аспекты гидрологического и гидрохимического режимов поверхностных вод бассейна реки Зеравшан, также описали характеристику степени загрязненности воды по длине основной реки. Авторы пишут, что в верховья р. Зеравшан, в нижнем бьефе Раватходжинской плотины отмечено превышение ПДК только меди в 2,6 раза. Ниже г. Самарканда (ниже коллектора Сиаб) в воде наблюдается превышение ПДК уже по пяти элементам: меди в 3,5 раза; азота нитритного в 3,6 раза, фенолов в 2,3 раза; сульфатов в 1,2 раза и нефтепродуктов в 1,1 раза.

В низовьях реки выше и ниже г. Бухары наблюдается наибольшее количество химических ингредиентов, содержание которых превышает ПДК: магний – в 4,54 раза, минерализация – в 2,4-2,5 раза, сульфаты – в 10,9-11,3 раза, фенолы – в 3,7-3,9 раза, цинк – в 1,4-1,5 раза, медь – в 1,7-2,0 раза.

Согласно проведенному анализу, авторы сделали следующий вывод: что загрязнение воды р. Зеравшан к низовьям реки по сравнению с верхним течением значительно возрастает, причиной этого является наличие сбросов коллекторно-дренажных вод с орошаемой территории и сточных вод производств Самаркандской, Навоийской и Бухарской областей [16].

В статье Т.А. Ахмедовой и Д.Р. Базарова [2] на основе данных за последние 30 лет приведена информация о гидрохимическом режиме реки Ахангаран, являющейся одним из основных притоков реки Сырдарья. В работе освещены результаты пространственно-временного анализа содержания различных загрязняющих веществ и влияния различных источников загрязнения речной воды. В основу работы положены данные по трем пунктам наблюдений за качеством воды реки Ахангаран. По полученным результатам можно говорить о достаточно сильном влиянии городов Ангрен, Алмалык, Ахангаран и их промышленных зон на качество речной воды. Поверхностные воды реки Ахангаран наиболее загрязнены ионами меди и нитритами в среднем течении [2].

Э.И. Чембарисов и М.Н. Рахимова в своей монографии «Река Сырдарья: гидрология и гидроэкология» [14], рассматривая гидрологический и гидрохимический режим поверхностных вод, оценили степень загрязненности поверхностных вод среднего течения реки Сырдарья, рек Чирчик и Ахангаран.

В гидропостах выше и ниже г. Бекабад, Надеждинский, ниже устья коллектора ППК-6, ниже деривационного канала Фархадской ГЭС и канала Дустлик наблюдает

превышение ПДК меди, фенолов, сульфатов, минерализации, азота нитритного, нефтепродуктов и магния.

В верховьях бассейна Чирчика, выше и ниже Газалкента ПДК в речной воде превышает, в основном, содержание меди – в 2,2-2,5 раза, при входе р. Чирчик в промышленную зону в воде уровень ПДК превышает содержание не только меди, но и азота аммонийного, фенолов, нефтепродуктов, азота нитритного, в низовьях реки у г. Чиназ содержание загрязняющих ингредиентов ещё больше возрастает.

В верховьях бассейна р. Ахангаран (гидропосты в устье р. Ирташ, ниже Ахангаранской плотины, дюкера Ташкентского канала) отмечено превышение ПДК только по меди – в 2,0-2,8 раза. Ниже по течению в нижнем бьефе Туябугузского водохранилища в речной воде наблюдается превышение ПДК по меди – в 3,4-4,6 раза и по сульфатам – в 1,7-3,1 раза. В низовьях р. Ахангаран, у гидропоста Дустобод (выше устья) превышение ПДК наблюдается по четырём ингредиентам: меди – в 3,9 раза, нефтепродуктам – в 1,1 раз, сульфатам – в 2,8 раза, фенолам – в 2,0 раза. Причиной этого также является попадание в реку различных загрязнённых сточных вод промышленных предприятий и сброс коллекторного стока с орошаемой территории бассейна [14].

А.И. Баллиев, Э.И.Чембарисов при описании состояния Аральского моря в последние годы отметили, что сейчас Западная и Восточная часть Большого Аральского море являются сильно засоленными с минерализацией от 130-210 г/л за счет повышенного содержания хлоридов, сульфатов и ионов натрия [3].

Т.В. Кудышкин, Н.Г. Верещагина, А.Н. Мухаметзянова опубликовали статью «Исследование содержания загрязняющих веществ в донных отложениях в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак» [8]. В ней приведены данные по анализу донных отложений в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак в озеро Тузкан. Проведенный анализ донных отложений на содержание пестицидов показал, что во всех пробах присутствуют изомеры гексахлор циклогексана, эндосульфан сульфат, а также гептахлор оксида.

Некоторые сведения о загрязненности поверхностных вод Узбекистана также приведены в следующих публикациях. О загрязнении речных вод Средней Азии отмечено в монографии В.Е. Чуба «Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан» [15].

Л.А. Саидмахмудовой и Б.Э.Нишоновым дана оценка качества вод Туябугузского водохранилища, расположенного в среднем течении р.Ахангаран по гидрохимическим показателям, а также рассмотрено загрязнение воды водохранилище биогенными элементами и тяжелыми металлами [10].

Ф.Э. Рубинова вместе с Ю.Н. Ивановым рассмотрели качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности, отмечая тот факт, что на изменение величины минерализации речной вод по длине рек значительное влияние оказывает орошаемое земледелие и сточные воды промышленных объектов [9].

Несмотря на отмеченные публикации, в них мало внимания уделялось освещению загрязненности воды, как реки Амударья, так и оросительных каналов и озёр Республики Каракалпакстан, поэтому названной проблеме посвящена данная статья**.**

Цель и задачи работы. Целью проведенных исследований является анализ современного загрязнения водотоков и водоёмов Республики Каракалпакстан по данным Узгидромета и Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата на 2023 год. Основными задачами при этом являются определение степени загрязнения водных объектов Каракалпакстана различными ингредиентами относительно ПДК, её представление на специально составленных картах, а также описание практических рекомендаций по уменьшению загрязнённости поверхностных вод в низовьях Амударьи.

Объектами исследования являются река Амударья, каналы Дустлик, Суенли, Кегейли, озёра Сарыкамыш, Судочье, Жылтырбас, Дауыткуль, Акчакуль, Каратерень, Макпалкуль, Шегекуль, Муйнакский залив и Аральское море, коллектора КС-1, КС-3, КС-4, ККС.

Предметом исследования является анализ количества загрязняющих ингредиентов в перечисленных водотоках и водоемах, их превышения относительно предельно-допустимой концентрации (ПДК).

Материалы и методические подходы. При проведенном анализе степени современного загрязнения водотоков и водоемов были использованы материалы Узгидромета и Министерства по экологии, охране окружающей среды и изменению климата Республики Каракалпакстан (2023 г.), а также картографические методы при составлении карт загрязненности водных объектов. В статье применены методы географического анализа, гидрохимического обобщения.

Результаты и их обсуждение. Проведен анализ современного состояния загрязнённости оросительных вод по р. Амударье, крупным каналам, озёрам, Аральскому морю и коллекторам. Анализ современного состояния загрязненности рассматриваемых водных объектов проведен с использованием данных Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата за 2023 г. при этом были определены жесткость воды, химическое потребление кислорода (ХПК), биологическое потребление кислорода за пять суток ($БПК_5$), содержание ионов аммония (NH_4^+), нитрита (NO_2^-), хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), железа (Fe^{3+}) и минерализация (содержание сухого остатка) (см. таблицу 1 и рисунки 1-2).

Таблица 1

Загрязненность водных объектов Южного Приаралья в 2023 г. (по данным Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Каракалпакстан)

Название объекта	t воды, °C	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, в мг/л							
			ХПК	$БПК_5$	NH_4^+	NO_2^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Fe^{3+}	Сухой остаток, мг/л
ПДК		7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
Река и каналы										
Амударья, ниже г. Тахиаташ	17	5,9	31,7	2,5	0,49	0,08	238	80,9	0,03	1125
Канал Дустлик, ниже г. Нукус	17	6,1	11,4	2,9	0,8	0,05	229	71,9	0,023	1112
Канал Суенли, ниже г. Ходжейли	17	6,3	41,7	3,7	1,05	0,048	199	139	0,04	1150
Канал Кегейли, ниже г. Чимбай	19	4,5	25,7	3,4	0,47	0,062	251	126	0,024	1211
Озёра и Аральское море										
Сарыкамыш	18	30,2	55,1	11,2	2,0	0,13	939	353	0,11	2433
Судочье	18	31,1	62,8	11,0	2,1	0,17	920	355	0,15	2785
Жылтырбас	18	14,7	31	8,4	1,2	0,28	748	362	0,08	2503
Дауыткуль	*В 2023 году вода отсутствовала*									
Акчакуль	21	23	32,1	8,1	2,0	0,14	621	280	0,11	2612

Каратерен	20	14	40,3	9,3	1,8	0,17	884	424	0,14	1781
Шегекуль	17	21,7	34,7	11,3	1,4	0,14	774	353	0,16	3175
Муйнакский залив	18	22,9	50,1	12,1	2,1	0,31	721	420	0,21	3467
Аральское море		**Cl⁻**	**SO_4^{-2}**	**HCO_3^-**	**Na^+**	**Ca^{+2}**	**Mg^{+2}**	**Минерализация, г/л**		
		44667	36660	183	30953	416	7524	121,6		
		78975	67775	945	57316	250	12330	220,1		
Коллектора										
	Фенолы	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	Фосфаты	СПАВ	Нефте-продукты	α-ГХЦП	γ-ГХЦП	Минера-лизация, г/л
ПДК	0,001	0,5	0,08	40		0,1	0,05	Отсутствие		1,0
КС-1	0,003	0,04	0,8	7	0,08	0,05	0,18	0,557	0,472	2,8
КС-3	0,007	0,12	0,39	48	0,013	0,1	0,18	0,345	0,12	3,5
КС-4	0,009	0,08	1,9		0,014	0,005	0,12	0,147	0,1	2,6
ККС	0,01	0,26	0,5	2,6	0,016	0,1	0,30			4,7

В р. Амударья только содержание ХПК и минерализации превысило ПДК в 2,11 раза, а содержание остальных ингредиентов ($БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}) было меньше допустимых значений.

В канале Дустлик ниже г. Нукус содержание ХПК превысило ПДК в 2,11 раза, $БПК_5$ – в 1,12 раза, NH_4^+ – в 1,6 раза, величина минерализации – в 1,11 раза, содержание остальных ингредиентов было меньше допустимых значений.

В канале Суенли ниже г. Ходжейли превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 2,78 раза, $БПК_5$ – в 1,23 раза, SO_4^{2-} – в 1,34 раза, NH_4^+ – в 2,1 раза, по минерализации – в 1,11 раза, содержание остальных ингредиентов (NO_2^-, Cl^-, Fe^{3+}) было меньше допустимых значений.

В канале Кегейли ниже города Чимбай превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 2,78 раза, $БПК_5$ – в 1,23 раза, SO_4^{2-} – в 1,26 раза, по минерализации – в 1,21 раза, содержание остальных ингредиентов (NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, Fe^{3+}) было меньше допустимых значений (рис. 1).

В озере Сарыкамыш превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 3,67 раза, $БПК_5$ – в 3,73 раз, содержание (NH^+_4) – в 4 раз, (NO^-_2)- в 1,62 раз, (Cl^-)- в 1,46 раз, (SO_4^{2-})- в 3,53 раза и величины минерализации – в 2,4 раз, только содержание (Fe^{3+}) было меньше допустимых значений.

В озере Судочье превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 4,18 раза, $БПК_5$ – в 3,66 раза, NH_4^+ – в 4,2 раза, NO_2^- – в 2,12 раза, Cl^- – в 3,06 раза, SO_4^{2-} – в 3,55 раза и по минерализации – в 2,78 раза, только содержание Fe^{3+} было меньше допустимых значений.

В озере Жылтырбас превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 2,06 раза, $БПК_5$ – в 2,8 раза, NH_4^+ – в 2,4 раза, NO_2^- – в 3,5 раза, Cl^- – в 2,62 раза, SO_4^{2-} – в 13,62 раза и по минерализации – в 2,6 раза, только содержание Fe^{3+} было меньше допустимых значений.

В озере Акчакуль превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 2,14 раза, $БПК_5$ – в 2,7 раза, NH_4^+ – в 4 раза, NO_2^- – в 3,5 раза, Cl^- – в 2,07 раза, SO_4^{2-} – в 2,8 раза и по минерализации – в 2,61 раза, только содержание Fe^{3+} было меньше допустимых значений.

В озере Каратерень превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 2,68 раза, $БПК_5$ – в 3,1 раза, NH_4^+ – в 3,6 раза, NO_2^- – в 1,62 раза, Cl^- – в 2,94 раза, SO_4^{2-} - в 4,24 раза и по минерализации – в 1,78 раза.

В озере Шегекуль превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 2,31 раза, $БПК_5$ – в 3,76 раза, NH_4^+ – в 2,8 раза, NO_2^- – в 3,87 раза, Cl^- – в 2,58 раза, SO_4^{2-} – в 3,53 раза и по минерализации – в 3,18 раза.

В озере Муйнакский залив превышение ПДК наблюдалось по ХПК в 3,34 раза, $БПК_5$ – в 4,03 раза, NH_4^+ – в 4,2 раза, NO_2^- – в 1,75 раза, Cl^- – в 2,4 раза, SO_4^{2-} – в 4,2 раза и по минерализации – в 3,47 раза (рис. 2).

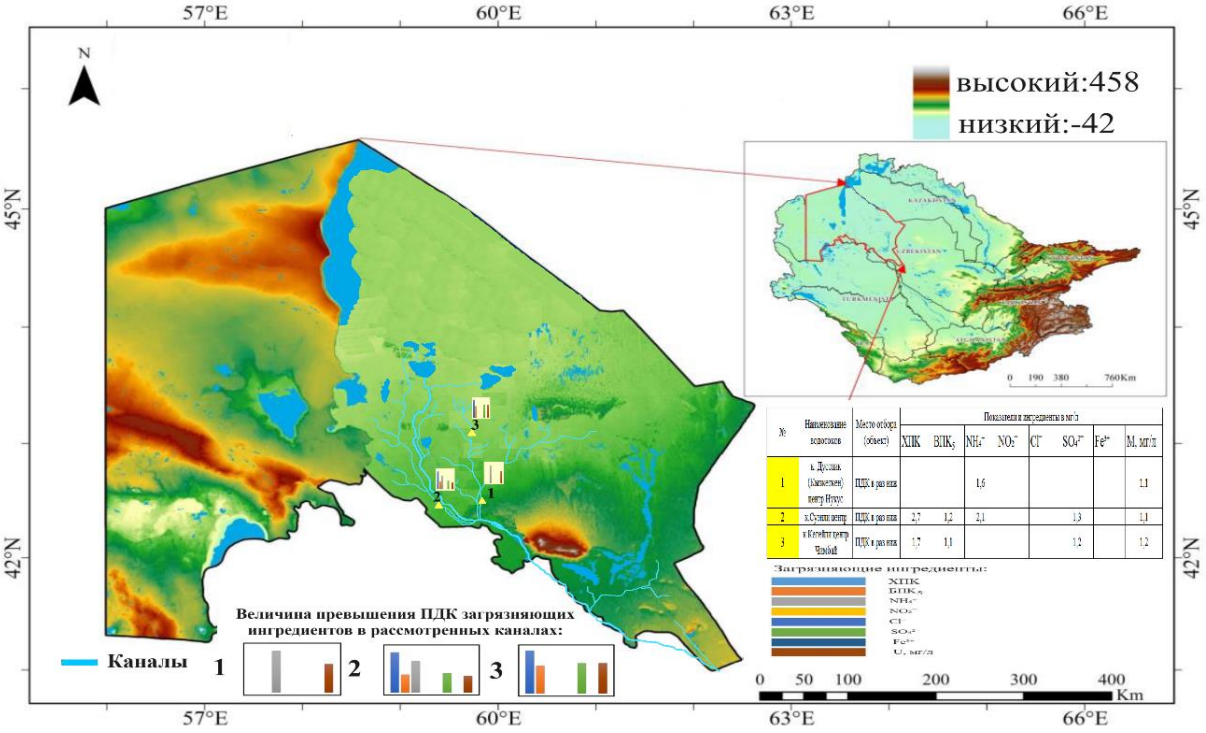


Рис. 1. Карта превышения ПДК загрязняющих элементов в воде каналов Дустлик (1), Суенли (2), Кегейли (3) в 2023 г.

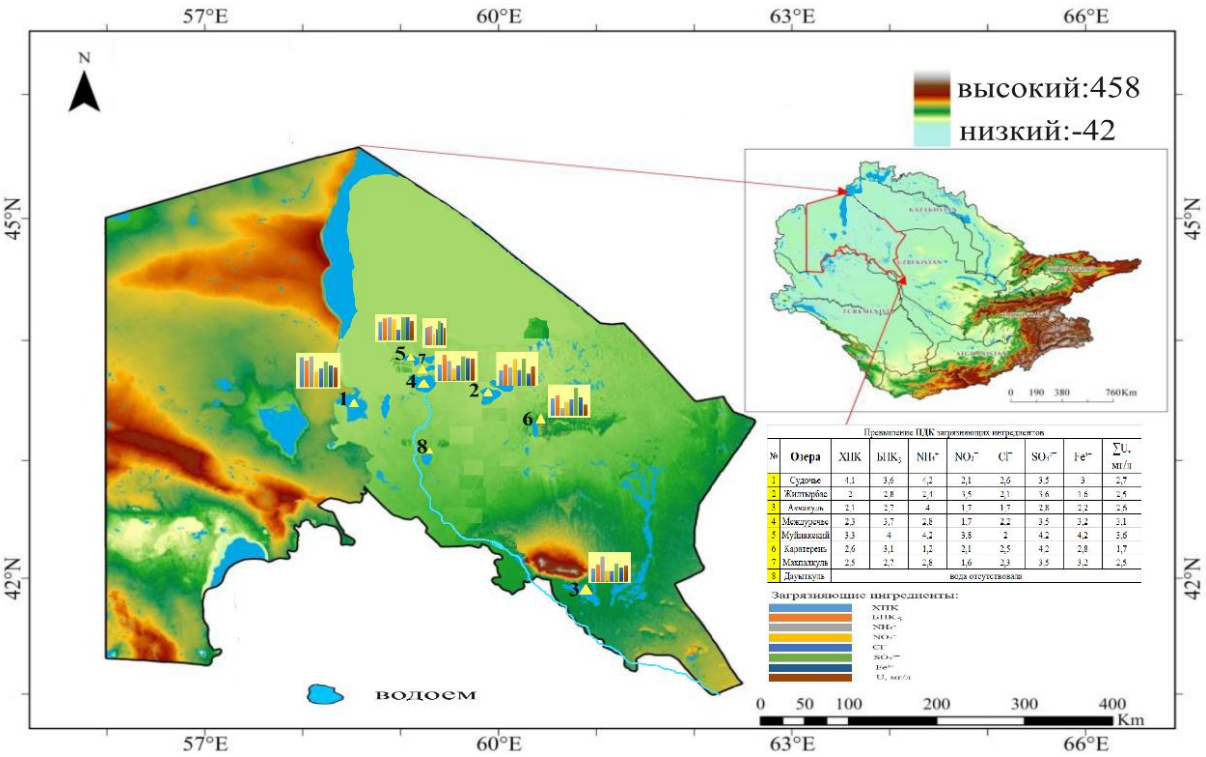


Рис. 2. Карта загрязнённости озёр Каракалпакстана

В коллекторах КС-1, КС-3, КС-4 и ККС наблюдается превышения ПДК по фенолам, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, фосфатам, нефтепродуктам, α-ГХЦГ, σ-ГХЦГ, а также по минерализации в несколько раз относительно ПДК.

Таким образом, можно отметить, что наибольшая загрязненность воды в 2023 г. среди водотоков наблюдалась по каналу Кегейли, а из водоемов – по озеру Муйнакский залив.

Практические рекомендации. Важнейшей составной частью действующего водно-санитарного законодательства являются гигиенические нормативы, основанные на предельно допустимых концентрациях (ПДК) вредных веществ в воде водоёмов и водотоков. Соблюдение этих ПДК создает безопасность для здоровья населения и благоприятные условия санитарно-бытового водопользования.

В последние годы гидрохимическое состояние поверхностных водных ресурсов многих регионов бассейна Аральского моря нуждается в улучшении. Это в первую очередь относится к воде трансграничных рек, которые являются приемниками различных загрязненных стоков на протяжении их длины. Это, в первую очередь, относится к бассейну р. Амударьи, одной из крупнейших рек Центральной Азии.

Бассейн р. Амударьи является трансграничным. Верховья реки расположены в Республике Таджикистан, территория среднего течения в пределах Лебапского (бывшего Чарджоуского) оазиса принадлежит Туркменистану, а ирригационные оазисы бассейнов Сурхандарьи и Шерабаддарьи, а также низовьев реки (Туямуюнский и Тахиаташский), расположены на территории Республики Узбекистан. Проведенные расчеты показали, что среднемноголетняя величина минерализации по длине реки Амударьи от верховьев до устья увеличивается на 1,0-1,2 г/л: в р. Вахш – пост Туткаул и р. Пяндж – пост Шидз минерализация равна 0,40 г/л, в р. Амударье у поста Темирбай – 1,62 г/л.

Главной причиной роста минерализации речной воды, является сброс в Амударью многочисленных коллекторов, начиная с территории ирригационных районов, расположенных в Таджикистане: Вахшского оазиса, орошаемых массивов в бассейне Пянджа, Нижнекафирниганского массива. В верховьях в Амударью также сбрасываются коллекторно-дренажные воды Сурхан-Шерабадского ирригационного района.

С территории Туркменского прибрежного ирригационного района (Лебапский оазис) в Амударью слева впадают следующие коллектора: Главный Левобережный (ГЛК), Дарганатинский, Фарабский, Халачский, К-1, Ходжамбасский, Чаршангинский. Минерализация воды в этих коллекторах в среднем составляет 2,5-3,3 г/л, т.е. превышает нормативные требования в 2,5-3,3 раза.

Меньший рост минерализации воды в р. Амударье наблюдается в низовьях реки, так как основной отвод с территории Туямуюнского ирригационного района отводится в Сарыкамышскую впадину, а с территории Тахиаташского ирригационного района через коллектора ККС, КС-1, КС-3 и КС-4 в понижения бывшего дна Аральского моря.

Химический состав воды по длине реки меняется с хлоридно-сульфатно-гидрокорбонатного-магниево-натриево-кальциевого (ХСГ-МНК) до хлоридно-сульфатно-кальциево-магниево-натриевого (ХС-КМН).

Уже на посту г. Термез превышение ПДК наблюдается по сульфатам, меди, фенолам, а на посту Кызылджар – по меди, магнию, натрию, сульфатам, фенолам, ХПК, минерализации.

Для уменьшения загрязнения воды р. Амударьи необходимо следующее:

- определение фоновых параметров состояния речной воды, являющихся исходной базой для оценки её качества по длине реки;

- разработка соглашения (конвенции) между государствами, расположенными в бассейне реки по защите качества речной воды на всем протяжении реки;

- совершенствование национальных систем мониторинга качества воды на различных постах и источников её загрязнения на различных участках, расположенных в переделах разных государств; при этом необходимо проводить обязательный отбор

проб воды на химический анализ на створах, расположенных на границах различных государств, то есть на выходе и входе в разные страны, расположенные в данном речном бассейне;

- снижение сброса коллекторно-дренажных вод в реку за счет более полного их использования в местах формирования и внедрения водосберегающих технологий;
- создание замкнутых систем водоснабжения на промышленных предприятиях, которые до минимума исключат сброс сточных вод в реку;
- разработка соглашения об обмене информацией по качеству речной воды между специалистами государств бассейна;
- разработка, внедрение и соблюдение единой методологии организации регионального мониторинга речной воды и источников её загрязнения, а также методов прогноза качества воды на основе математических моделей;
- обеспечение долевого участия всех государств, расположенных в бассейне Амударьи, в финансировании и выполнении работ по ликвидации последствий загрязнения воды по всей длине реки;
- соблюдение экологически обоснованных санитарных попусков в низовья реки Амударьи в различные по водности года и в различные месяцы года;
- оценка загрязнения речной воды не только по содержанию главных ионов и тяжелых металлов, по и по гидробиологическим показателям.

Выводы. Согласно данным Узгидромета, помещенных в ежегоднике «Государственный водный кадастр», в последние годы среднее годовое превышение ПДК в водах р. Амударья отмечено по сульфатам, меди, фенолам уже у створа Термез, у створа Саманбай ПДК превышено по магнию, меди, сульфатам, минерализации, а у створа Кызылджар количество ингредиентов, превышающих ПДК, увеличивается до пяти: медь, магний, сульфаты, цинк, минерализация. Величина индекса загрязненности воды (ИЗВ) в створе Саманбай (Нукус) в среднем равна 1,22, а в створе Кызылджар – 1,43; т.е. качество воды в р. Амударье соответствовало III классу умеренно загрязненных вод (величина ИЗВ от 1,0 до 2,5).

Согласно данным Специальной инспекции аналитического контроля (СИАК), в 2023 г. среди загрязняющих компонентов в речной воде ниже г. Тахиаташ определялись жесткость, величины *ХПК, БПК$_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}* и сухой остаток (минерализация). На основе анализа многолетних данных можно сделать следующий вывод: вода р. Амударья является жесткой, редко превышает предельно допустимую концентрацию ХПК, по БПК$_5$ также редко превышает ПДК, такая же картина наблюдается с содержанием ионов аммония (NH_4^+), нитритов (NO_2^-), хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), ионов железа (Fe^{3+}), величина минерализации превышает ПДК чаще других ингредиентов.

Аналогичная картина динамики содержания перечисленных ингредиентов наблюдается и в воде каналов Дустлик, Суенли и Кегейли, только их содержание несколько увеличивается в нижних створах, расположенных ниже г. Нукус, Ходжейли и Чимбай.

Анализ собранных данных показал, что величина минерализации воды в рассмотренных озерах (Сарыкамыш, Судочье, Жылтырбас, Акчакуль, Каратерень, Шегекуль, Муйнакский залив) превышает величину минерализации воды р. Амударьи, при поступлении ее в низовья реки: у створа Саманбай в 2023 г. она изменялась от 967 до 993 мг/л, а в озерах она доходит до 3116-4872 мг/л; рост величины минерализации воды в озерах обусловлен высоким содержанием сульфатных и хлоридных ионов, а также ионов магния и натрия.

Аральское море продолжает усыхать. Приняв за начальную дату отсчета состояние моря в 1960 г. (поверхность была около 68900 км², объем воды 1080 км³, минерализация 9-11 г/л, уровень воды по Балтийской системе высот 53,4 м), отметим, что в начале 2023 г. Малый (Северный) Арал имел следующие характеристики: площадь 3130

км²; объем 45,6 км³, уровень воды 19,6 м; Большое море – площадь 500 км², объем 0,5 км³ и уровень воды 26,0 м.

В заключение хочется отметить, что в перспективе с учетом дальнейшего роста населения в государствах и их социально-экономического развития, антропогенное влияние на качество поверхностных вод регионов увеличится, поэтому уже в ближайшее время необходимо направить усилия на выполнение отмеченных практических рекомендаций по уменьшению загрязнения в Амударье.

Использованная литература:

1. Алибеков Л.А, Алибекова С.Л. Экологическое состояние бассейна р.Зарафшан // Проблемы освоения пустынь. 1999. № 2. С. 22-29.

2. Ахмедова Т.А., Базаров Д.Р. Загрязнение вод реки Ахангаран под влиянием антропогенных факторов // Центральноазиатский журнал географических исследований. 2023. № 3-4. С. 93-105.

3. Баллиев А.И., Чембарисов Э.И. Состояние Аральского моря в последние годы // Современная наука: вызовы, проблемы решения-взгляды молодёжи. Материалы Межд. научно-практ. конф. Биробиджан, 2023. С. 916-920.

4. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных, подземных вод, их использование и качество. Выпуск 16. Ташкент: Узгидромет, 2017-2020. 22 с.

5. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 2010-2020 гг. Ташкент: Узгидромет.

6. Жакыпова А.Ж., Атаназаров К.М., Константинова Л.Г. Изменение гидрохимических характеристик водных объектов Южного Приаралья // Водные ресурсы. 2002. Том 29. № 6. С. 727-731.

7. Ким Г.П., Чембарисов Э.И. Загрязнение ледников в связи с антропогенной деятельностью // Труды САНИГМИ. 2001. Вып. 161 (242). С. 145-147.

8. Кудышкин Т.В., Верещагина Н.Г., Мухаметзянова А.М. Исследование содержания загрязняющих веществ в донных отложениях в зоне впадения реки Клы и коллектора Акбулак в акваторию озера Тузкан Айдар-Арнасайской системы озер// Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. 2024. № 1. С. 71-78.

9. Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. Ташкент: НИГМИ, 2005. 185 с.

10. Саидмахмудова Л.А., Нишонов Б.Э. Оценка качества воды Туябугузского водохранилища по гидрохимическим показателям// Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения. Мат-лы Межд. науч.-практ. конф. Ташкент, 2021. С. 241-244.

11. Чембарисов Э.И., Атаназаров К.М., Лесник Т.Ю., Раниева М.В. Биогенные элементы в поверхностных водах низовьев Амударьи // Проблемы освоения пустынь. 1999. № 6. С. 78-80.

12. Чембарисов Э.И., Баллиев А.И. К проблеме сохранения водоёмов Южного Приаралья // Развитие современной науки: теория, методология практика. Мат-лы Межд. науч.-практ. конф. Москва: ЦПНП, 2023. С. 196-200.

13. Чембарисов Э.И., Лесник Ю.Н., Алимова Д. От верховьев до низовья // Экологический вестник Узбекистана. 1997. № 3. С. 22-24.

14. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. Река Сырдарья: гидрология и гидроэкология. Ташкент: «VORIS-NASHRIYOT», 2024. 152 с.

15. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент: «VORIS-NASHRIYOT», 2007. 132 с.

16. Шодиев С.Р., Чембарисов Э.И., Жумаева М.Б. Гидрологические и гидрохимические особенности поверхностных вод бассейна реки Зеравшан. Навои: «NAVOIY», 2022. 108 с.

17. Якубов М.А., Шерфединов Л.З. Мелиоративно-гидрологические процессы в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи // Экологический вестник Узбекистана. 1996. № 1/2. С. 30-32.

References:

1. Alibekov L.A., Alibekova S.L. (1999), Ecological condition of the Zarafshan river basin, *Problems of desert development,* No. 2, pp. 22-29. (In Russ.).

2. Akhmedova T.A., Bazarov D.R. (2023), Pollution of the waters of the Akhangaran river under the influence of anthropogenic factors, *Central Asian Journal of Geographical Research,* No. 3-4, pp.93-105. (In Russ.).

3. Balliev A.I., Chembarisov E. (2023), The state of the Aral Sea in recent years // *Modern science: challenges, problems of solution-the views of youth, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference,* Birobidzhan, pp. 916-920. (In Russ.).

4. *The State Water Cadastr (2017-2020), Surface and groundwater resources, their use and quality*, Issue 16. Tashkent, 22 p. (In Russ.).

5. *Yearbooks of surface water quality in the territory of activity of Uzhydromet for 2010-2020*, Tashkent. (In Russ.).

6. Zhakypova A.Zh., Atanazarov K.M., Konstantinova L.G. (2002), Changes in the hydrochemical characteristics of water bodies in the Southern Aral Sea region, *Water Resources*, vol. 29, No. 6, pp. 727-731. (In Russ.).

7. Kim G.P., Chembarisov E.I. (2001), Pollution of glaciers in connection with anthropogenic activity*, Proceedings of SANIGMI,* issue 161 (242), pp. 145-147. (In Russ.).

8. Kudyshkin T.V., Vereshchagina N.G., Mukhametzyanova A.M. (20024), Investigation of the content of pollutants in bottom sediments in the area of the confluence of the Kly river and the Akbulak collector into the waters of Lake Tuzkan of the Aidar-Arnasai lake system, *Hydrometeorology and environmental monitoring*, No. 1, pp.71-78. (In Russ.).

9. Rubinova F.E., Ivanov Yu.N. (2005), *The water quality of the rivers of the Aral Sea basin and its change under the influence of economic activity*, Tashkent, 185 p. (In Russ.).

10. Saidmakhmudova L.A., Nishonov B.E. (2021), Assessment of the water quality of the Tuyabuguz reservoir by hadrochemical indicators, *Hydrometeorology, climate change and environmental monitoring: current problems and ways to solve them, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference,* Tashkent, pp.241-244. (In Russ.).

11. Chembarisov E.I., Atanazarov K.M., Lesnik T.Yu., Ranieva M.V. (1999), Biogenic elements in the surface waters of the lower reaches of the Amu Darya, *Problems of desert development,* No. 6, pp.78-80. (In Russ.).

12. Chembarisov E.I., Balliev A.I. (2023), To the problem of conservation of reservoirs of the Southern Aral Sea region, *Development of modern science: theory, methodology and practice, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference,* Moscow, pp. 196-200. (In Russ.).

13. Chembarisov E.I., Lesnik Yu.N., Alimova D. (1997), From the upper reaches to the lower reaches, *Ecological Bulletin of Uzbekistan*, No. 3, pp. 22-24. (In Russ.).

14. Chembarisov E.I., Rakhimova M.N. (2024), *Syrdarya River: Hydrology and Hydroecology,* Tashkent, 152 p. (In Russ.).

15. Chub V.E. (2007), *Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan*, Tashkent, 132 p. (In Russ.).

16. Shodiev S.R., Chembarisov E.I., Zhumaeva M.B. (2022), *Hydrological and hydrochemical features of surface waters of the Zeravshan river basin,* Navoi, 108 p. (In Russ.).

17. Yakubov M.A., Sherfedinov L.Z. (1996), Reclamation and hydrological processes in the basins of the Syrdarya and Amudarya rivers, *Ecological Bulletin of Uzbekistan*, No. 1/2, pp. 30-32. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Чембарисов Эльмир Исмаилович – Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем (Ташкент, Узбекистан), доктор географических наук, профессор. E-mail: echembar@mail.ru

Баллиев Ажинияз Ибрагимович – Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем (Ташкент, Узбекистан), базовый (PhD) докторант. E-mail: ajok90@mail.ru

Information about authors:

Elmir Chembarisov – Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems (Tashkent, Uzbekistan), Doctor of Geographical Sciences, Professor. E-mail: echembar@mail.ru

Azhiniyaz Balliev – Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems (Tashkent, Uzbekistan), basic doctoral (PhD) student. E-mail: ajok90@mail.ru

Для цитирования:

Чембарисов Э.И., Баллиев А.И. Загрязненность водотоков и водоёмов Республики Каракалпакстан и практические рекомендации по её уменьшению // Центральноазиатский журнал географических исследований. 2024. №. 3-4. С. 79-90.

For citation:

Chembarisov E.I., Balliev A.I. (2024), Pollution of watercourses and reservoirs of the republic of Karakalpakstan and practical recommendations for its reduction, *Central Asian Journal of Geographical Research*, No. 3-4, pp. 79-90. (In Russ.).