

УДК: 631.587(575.1)

## ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ОРОСИТЕЛЬНЫХ ВОДОТОКОВ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Чембарисов Э.И.

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

г. Ташкент, Узбекистан

доктор географических наук, профессор

Баллиев А.И.

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

докторант (PhD)

Реймова Г.Б

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

докторант (PhD)

**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, но и воды оросительных каналов. В связи с этим в данной статье рассмотрена загрязненность наиболее крупных водотоков вышеназванной территории по данным республиканского комитета по экологии и охране окружающей среды за 2015-2023 гг.

В статье также приведены современные сведения некоторых метеорологических характеристик метеорологических станций Тахиаташ, Тахтаутип, Нукус и Кунград за 2010-2020 гг., находящихся в различных районах Республики Каракалпакстан.

**Ключевые слова:** водотоки Южного Приаралья, загрязняющие ингредиенты, минерализация, температура воздуха, осадки.

**Введение.** В настоящее время климатические изменения оказывают негативное воздействие на социально-экономическое развитие различных регионов, в том числе и Узбекистана, причем наиболее остро это ощущает на себе Республика Каракалпакстан. Рост числа экстремальных погодных явлений в республике сопровождается не только потеплением температуры, пыльными бурями, но по мнению специалистов это связано с глобальным изменением климата, при этом наблюдается некоторое изменение качества поверхностных водных ресурсов.

В связи с неблагоприятной гидроэкологической обстановкой в Южном Приаралье наблюдения за загрязненностью воды в водных объектах данного района имеют как научную, так и практическую ценность. В данной статье приведен анализ многолетнего изменения качества воды в р. Амударья ниже гидроузла г. Тахиаташ, в канале Дустлик выше и ниже г. Нукус, канале Суенли выше и ниже г. Хожейли, канале Кегейли выше и ниже г. Чимбай за 2015-2023 гг.

Гидрохимическое состояние р. Амударья и крупных оросительных каналов за 1947-1965 гг. было проанализировано по сведениям, приведенным в следующи монографии [Рогов и др., 1968]. В этот период амплитуда изменений минерализации Амудары в створе Чатлы была сравнительно невелика от 297 мг/л (сентябрь 1947 г.) до 920 мг/л (март 1965 г.), средняя многолетняя величина минерализации амударинской воды составила 466,7 мг/л. Химический состав воды был, в основном, сульфатно-гидрокарбонатно-магниево-кальциевым (СГ-МК), иногда гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-магниево-кальциевым (ГС-НМК).

В 1984 г. Э.И. Чембарисов и Б.А. Бахритдинов в своей монографии подробно рассмотрели особенности влияния орошения на минерализацию речных вод в бассейне

р.Амударья. По их расчетам величина минерализации речной воды у створа Саманбай(Чатлы) в 1975-1979 гг. изменялась от 0,56 г/л до 1,35 г/л, а химический состав от гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-магниево-кальциево-натриевого (ГХС-МКН) до сульфатно-хлоридно-магниево-кальциево-натриевого (СХ-МКН) [Чембарисов, Бахритдинов, 1984].

Ф.Э.Рубинова, рассматривая влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим бассейна Аральского моря, отметила также заметные изменения величины минерализации воды р. Амударья по длине реки [Рубинова,1987].

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 орошающее земледелие [Рубинова, Иванов, 2005].

В.Е.Чуб, рассматривая изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Узбекистана, также отмечает, что оно может влиять и на качество природных вод [Чуб, 2007].

Б.Е.Аденбаев значительную часть своей научной деятельности посвятил изучению гидрологического и гидрохимического режимов водных объектов низовьев р. Амударья [Аденбаев, 2020].

В 2020 г. Э.И.Чембарисов и Р.Т.Хожамуратова оценивая комплексное влияние мелиорации на гидроэкологическое состояние водных ресурсов Республики Каракалпакстан, приводят сведения о минерализации и химическом составе р. Амударья за 2017-2018 гг. Согласно их данным, величина минерализации речной воды у створа Саманбай в среднем колебалась от 987 мг/л до 1107 мг/л, в химическом составе также преобладали ионы хлоридов, сульфатов, магния и натрия [Чембарисов, Хожамуратова, 2020].

Б.Э.Нишиновым создана электронная база данных по гидрохимическим показателям качества воды в среде MSAccess и на основании этой базы данных проведена сравнительная оценка качества вод рек Узбекистан, а также составлены тематические карты гидрохимического состояния рек с использованием ГИС-технологий, включая реку Амударья [Нишинов, 2023].

Несмотря на отмеченные публикации, в них мало внимания уделялось освещению загрязненности как реки Амударья, так и оросительных каналов. В определенной степени описанию названной проблемы посвящена данная статья.

**Целью** данного исследования является оценка современного состояния загрязнения отдельных водотоков Республики Каракалпакстан в условиях изменения климата, с учетом анализа данных метеостанций. **Объектом** исследования являются река Амударья, каналы Дустлик, Суенли, Кегейли, метеорологических станции Тахтакупыр, Тахиаташ, Кунград, Нукус. **Предметом** исследования являются выявление количества загрязняющих ингредиентов в перечисленных водотоках и степень их превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) в условиях изменения климата.

**Исходные данные.** В исследовании использованы данные по загрязнению оросительных вод Государственного комитета по экологии и охране окружающей среды Республики Каракалпакстан, частично данные Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан [Ежегодник ..., 2022].

**Методы исследования.** В статье применены методы географического анализа, гидрохимического обобщения, математической статистики.

**Основные результаты и обсуждение.** Анализ современного состояния загрязненности оросительных вод проведен по р.Амударья и основным каналам, приведенным в табл.1.

*1-жадвал*

**Жанубий Оролбўида сугориш сув оқимларнинг ифлосланишининг ўзгариши  
2015-2023 йилларда.**

*Таблица 1*

**Изменение загрязненности оросительных водотоков Южного Приаралья**

в период 2015-2023 гг.

Table 1

Changes in the pollution of irrigation streams of the Southern Aral Sea region over period 2015-2023

Река Амударья ниже гидроузла г. Тахиаташ

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л							
		ХПК	БПК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>3+</sup>	минерализация
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
2015	8,6	26,7	2,7	0,1	0,14	200	77,1	0,04	1129
2016	7,3	11,3	2,4	0,18	0,04	204	59,2	0,08	987
2017	7,7	3,4	2,9	0,20	0,031	165,9	44,84	0,015	883
2018	5,4	10,5	2,8	0,21	0,053	60,5	89,26	0,17	839
2019	6,9	7,3	5,2	0,19	0,038	161	84,4	0,03	693
2020	9,2	14,8	6,8	0,41	0,064	297	126	0,041	1442
2021	9,2	12	4,0	0,58	0,068	279	143	0,033	1428
2022	8,2	20,3	3,7	0,47	0,06	309	176	0,05	1397
2023	5,9	31,7	2,5	0,49	0,08	238	80,9	0,03	1125

Канал Дустлик, выше г. Нукус

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л							
		ХПК	БПК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>3+</sup>	минерализация
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
2015	8,4	25,9	2,7	0,1	0,10	184	71,3	0,05	1062
2016	7,2	12,0	2,6	0,17	0,05	193	55,1	0,07	1002
2017	8,0	3,1	2,5	0,25	0,044	174,1	37,2	0,05	997
2018	5,6	9,3	2,9	0,17	0,62	69,44	81,76	0,12	812
2019	6,9	6,8	5,1	0,23	0,38	173	83,4	0,044	725
2020	9,4	14,7	6,4	0,35	0,62	313	121	0,047	1495
2021	9,0	12	3,9	0,55	0,07	291	141	0,037	1198
2022	9,4	16,1	3,9	0,57	0,07	305	168	0,08	1343
2023	6,1	12,4	3,5	0,74	0,057	260	95,8	0,028	1125

Канал Дустлик, ниже г. Нукус

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л							
		ХПК	БПК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>3+</sup>	минерализация
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
2015	8,9	23,8	2,6	0,2	0,07	188	66,6	0,04	1097
2016	7,4	10,7	2,6	0,16	0,04	190	49,6	0,07	974
2017	7,8	3,0	2,4	0,24	0,045	178	36,8	0,028	934
2018	5,7	7,6	2,5	0,17	0,056	77,22	90,51	0,14	861
2019	6,5	8,6	5,0	0,21	0,041	187	86,2	0,03	712
2020	9,5	15,7	5,8	0,36	0,057	318	123	0,039	1368
2021	9,0	12,0	3,9	0,55	0,07	291	141	0,037	1198
2022	8,5	17,0	3,8	0,57	0,06	309	175	0,053	1373
2023	6,1	11,4	2,9	0,80	0,05	229	71,9	0,023	1112

Продолжение табл.1

Канал Суенли, выше г.Хожейли

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л						
		ХПК	БПК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5
2015	8,6	24,1	2,5	0,1	0,04	196	60,1	0,03
2016	7,4	12,9	2,6	0,03	0,06	202	48,6	0,07
2017	8,7	3,2	2,6	0,23	0,03	177,1	38,57	0,055
2018	5,9	8,0	2,3	0,23	0,058	73,64	94,58	0,12
2019	6,9	6,3	6,3	0,45	0,06	148	84,9	0,025
2020	9,7	17,4	6,8	0,46	0,065	312	122	0,041
2021	9,0	12,3	3,5	0,49	0,071	293	158	0,04
2022	8,4	23,1	4,4	0,50	0,06	405	180	0,05
2023	6,0	34,7	4,0	1,3	0,07	279	149	0,04
								1360

Канал Суенли, ниже г.Хожейли

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л						
		ХПК	БПК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5
2015	8,9	21,7	2,5	0,2	0,04	194	57,4	0,04
2016	7,5	12,0	2,6	0,21	0,05	198	49,9	0,10
2017	8,6	3,3	2,5	0,20	0,03	175,7	35,76	0,034
2018	6,1	8,5	2,4	0,24	0,064	81,98	94,06	0,13
2019	6,8	8,2	5,9	0,25	0,059	181	86,7	0,021
2020	9,8	17,3	6,6	0,48	0,062	252	125	0,043
2021	9,1	10,7	4,8	0,54	0,07	298	150	0,036
2022	8,2	21,7	4,3	0,61	0,06	400	180	0,04
2023	6,3	41,7	3,7	1,05	0,048	199	139	0,04
								1150

Канал Кегейли, выше райцентра Чимбай

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л						
		ХПК	БПК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5
2015	7,9	24,6	2,9	0,1	0,04	182	58,1	0,04
2016	7,3	12,3	2,7	0,22	0,05	186	48,8	0,10
2017	8,4	4,4	3,0	0,17	0,75	174,5	48,97	0,024
2018	6,2	7,6	2,9	0,23	0,055	79,47	91,10	0,12
2019	6,9	7,8	5,5	0,20	0,037	180	86,0	0,043
2020	9,2	15,3	5,7	0,46	0,064	515	125	0,031
2021	8,8	12,5	3,8	0,49	0,063	279	167	0,034
2022	7,1	14,3	4,2	0,50	0,07	379	141	0,04
2023	6,0	31,0	5,1	0,80	0,055	306	142	0,04
								1210

Канал Кегейли, ниже райцентра Чимбай

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л						
		ХПК	БПК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5
2015	8	27,0	2,9	0,1	0,04	180	52,9	0,06
2016	7,3	12,1	2,4	0,30	0,05	185	46,2	0,10
2017	8,5	4,3	2,7	0,22	0,06	172	47,0	0,04
2018	6,3	7,2	2,8	0,23	0,05	86,3	90,7	0,12
2019	7,0	9,0	5,8	0,20	0,04	175	80,4	0,02
								706

								7	
2020	9,4	16,2	5,5	0,45	0,08 3	320	127	0,03 6	1481
2021	8,8	14,0	4,0	0,52	0,06 8	285	169	0,03 8	1203
2022	6,2	14,1	3,4	0,40	0,07	318	143	0,03	1176
2023	4,5	25,7	3,4	0,47	0,06 2	251	126	0,02 4	1211

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в р.Амударья ниже гидроузла г. Тахиаташ среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 5,4 мг-экв/л (2018 г.) до 9,2 мг-экв/л (2020,2021 гг.), величина химического потребления кислорода (ХПК) изменилась от 3,4 мг/л (2017 г.) до 31,7 мг/л (2023 г.), т.е. превысило ПДК в 2,1 раза; величина биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК<sub>5</sub>) изменилась от 2,5 мг/л (2023) до 6,8 мг/л (2020), т.е. превысило ПДК в 2,26 раза.

Концентрация ионов аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) изменилась от 0,10 мг/л (2015 г.) до 0,58 мг/л (2021 г), когда ее содержание превысило ПДК в 1,16 раз; ионы нитрита изменились от 0,04 мг/л (2016 г.) до 0,14 мг/л (2015 г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,75 раз ; содержание хлоридов (Cl<sup>-</sup>) изменилось от 60,5 мг/л (2018 г.) до 309 мг/л (2022), когда их величина превысила ПДК в 1,03 раза; содержание сульфатов (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) изменилось от 59,2 мг/л (2016 г.) до 176 мг/л (2022 г), когда их величина превысила ПДК в 1,76 раз; содержание железа (Fe<sup>3+</sup>) изменилось от 0,03 мг/л (2023 г.) до 0,17 г/л (2018 г.), превышение ПДК содержания железа в эти годы не наблюдалось. Величина минерализации изменилась от 693 мг/л (2019 г.) до 1442 мг/л (2020 г.), т.е. ее величина превысила ПДК в 1,44 раза.

В воде канала Дустлик выше г.Нукуса среднегодовые значения жесткости изменились от 5,6 мг-экв/л (2018 г.) до 9,4 мг-экв/л (2020 г.) величина ХПК изменилась от 3,1 мг/л (2017 г.) до 25,9 мг/л (2015 г.) т.е. его содержание превысило ПДК в 1,73 раза; величина БПК<sub>5</sub> изменилась от 2,5 мг/л (2017) до 6,4 мг/л (2020), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,13 раза.

Концентрация ионов аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) изменилась от 0,10 мг/л (2015 г.) до 0,74 мг/л (2023 г), когда его содержание превысило ПДК в 1,48 раз; ионы нитрита изменились от 0,038 мг/л (2019 г.) до 0,10 мг/л (2015 г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,25 раз; содержание хлоридов (Cl<sup>-</sup>) изменилось от 69,4 мг/л (2018 г.) до 313 мг/л (2020), когда их величина превысила ПДК в 1,04 раза; содержание сульфатов (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) изменилось от 37,2 мг/л (2017 г.) до 168 мг/л (2022 г), когда их величина превысила ПДК в 1,68 раз; содержание железа (Fe<sup>3+</sup>) изменилось от 0,0028 мг/л (2018 г.) до 0,12 г/л (2018 г.), превышение ПДК содержания железа в эти годы не наблюдалось.

Величина минерализации изменилась от 725 мг/л (2019 г.) до 1495 мг/л (2020 г.), когда ее величина превысила ПДК в 1,49 раза.

В воде канала Дустлик ниже г.Нукус среднегодовые значения жесткости изменились от 5,7 мг-экв/л (2018 г.) до 9,5 мг-экв/л (2020 г.), величина ХПК изменилась от 3,0 мг/л (2017 г.) до 23,8 мг/л (2015 г.), т.е. превысило ПДК в 1,59 раза; БПК<sub>5</sub> изменилась от 2,4 мг/л (2017) до 5,8 мг/л (2020), т.е. превысило ПДК в 1,93 раза.

Концентрация ионов аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) изменилась от 0,17 мг/л (2015 г.) до 0,80 мг/л (2023 г), когда ее содержание превысило ПДК в 1,60 раз; ионы нитрита NO<sub>2</sub><sup>-</sup> изменились от 0,004 мг/л (2016 г.) до 0,07 мг/л (2021 г.), когда его содержание превысило ПДК не наблюдалось; содержание хлоридов (Cl<sup>-</sup>) изменилось от 77,22 мг/л (2018 г.) до 318 мг/л (2020), когда их величина превысила ПДК в 1,06 раза; содержание сульфатов (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) изменилось от 49,6 мг/л (2016 г.) до 141 мг/л (2021 г), когда их величина превысила ПДК в 1,4 раз; содержание железа (Fe<sup>3+</sup>) изменилось от 0,03 мг/л (2019 г.) до 0,14 г/л (2018 г.), превышение ПДК в эти годы не наблюдалось. Величина минерализации изменилась от 712 мг/л (2019 г.) до 1373 мг/л (2022 г.), когда ее величина превысила ПДК в 1,37 раза.

В воде канала Суенли выше г.Хожейли среднегодовые значения жесткости изменились от 5,9 мг-экв/л (2018 г.) до 9,7 мг-экв/л (2020 г.), величина ХПК изменилась от

3,2 мг/л (2017г.) до 34,7 мг/л (2023 г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,31 раза; величина БПК<sub>5</sub> изменялась от 2,5 мг/л (2015) до 6,8 мг/л (2020), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,127 раза.

Концентрация ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) изменялась от 0,1 мг/л (2015 г.) до 1,30 мг/л (2023 г.), когда его содержание превысило ПДК в 12,6 раз; ионы нитрита ( $\text{NO}_2^-$ )изменялись от 0,03 мг/л (2017 г.) до 0,71 мг/л (2021 г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,42 раза ; содержание хлоридов ( $\text{Cl}^-$ ) изменялось от 73,64 мг/л (2018 г.) до 405 мг/л (2022 г.), когда их величина превысила ПДК в 1,35 раза; содержание сульфатов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) изменялось от 38,57 мг/л (2018 г.) до 180 мг/л (2022 г.), когда их величина превысила ПДК в 1,8 раз; содержание железа ( $\text{Fe}^{3+}$ ) изменялось от 0,025мг/л (2019 г.) до 0,12 г/л (2018 г.), превышение ПДК содержания железа в эти годы не наблюдалось. Величина минерализации изменялась от 841 мг/л (2019 г.) до 1749 мг//л (2020 г.), когда ее величина превысила ПДК в 1,74 раза.

В воде канала Суенли ниже г.Хожейли среднегодовые значения жесткости изменялись от 6,1 мг-экв/л (2018г.) до 9,8 мг-экв/л (2020г.), величина ХПК изменялась от 3,3 мг/л (2017г.) до 41,7 мг/л (2023 г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,78 раза; величина биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК<sub>5</sub>) изменилась от 2,4 мг/л (2018) до 6,6 мг/л (2020), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,2 раза.

Концентрация ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) изменилась от 0,2 мг/л (2015 г.) до 1,05 мг/л (2023 г.), когда его содержание превысило ПДК в 2,10 раз; ионы нитрита ( $\text{NO}_2^-$ )изменялись от 0,03 мг/л (2017 г.) до 0,064 мг/л (2018г.), когда превышение ПДК не наблюдалось; содержание хлоридов ( $\text{Cl}^-$ ) изменялось от 81,98 мг/л (2018 г.) до 400 мг/л (2022), когда их величина превысила ПДК в 1,33 раза; содержание сульфатов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) изменилось от 35,76 мг/л (2017 г.) до 180 мг/л (2022 г), когда их величина превысила ПДК в 1,8 раз; содержание железа ( $\text{Fe}^{3+}$ ) изменялось от 0,034 мг/л (2017 г.) до 0,13 г/л (2018 г.), превышение ПДК в эти годы не наблюдалось. Величина минерализации изменилась от 824 мг/л (2019 г.) до 1383 мг/л (2021 г.), когда её величина превысила ПДК в 1,38 раза.

В воде канала Кегейли выше г.Чимбай среднегодовые значения жесткости изменились от 6,0 мг-экв/л (2023г.) до 9.2 мг-экв/л (2020г.) ХПК изменилась от 4,4 мг/л (2017г.) до 31,0 мг/л (2023 г.) т.е. его содержание превысило ПДК в 2,07 раза; величина (БПК<sub>5</sub>) изменилась от 2,7 мг/л (2016) до 5,7 мг/л (2020), т.е. превысило ПДК в 1,9 раза.

Концентрация ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) изменилась от 0,10 мг/л (2015 г.) до 0,80 мг/л (2023 г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,6 раз; ионы нитрита ( $\text{NO}_2^-$ ) изменились от 0,037 мг/л (2019 г.) до 0,075 мг/л (2017 г.), т.е. превышение ПДК нитрата не наблюдалось; содержание хлоридов ( $\text{Cl}^-$ ) изменилось от 79,5 мг/л (2018 г.) до 379 мг/л (2022), когда их величина превысила ПДК в 1,26 раза; содержание сульфатов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) изменилось от 48,8 мг/л (2016 г.) до 167 мг/л (2021 г), когда их величина превысила ПДК в 1,67 раз; содержание железа ( $\text{Fe}^{3+}$ ) изменилось от 0,034 мг/л (2021 г.) до 0,12 г/л (2018 г.), превышение ПДК содержания железа в эти годы не наблюдалось. Величина минерализации изменилась от 753 мг/л (2019 г.) до 1455 мг/л (2020 г.), когда ее величина превысила ПДК в 1,46 раза.

В воде канала Кегейли ниже г.Чимбай среднегодовые значения жесткости изменились от 4,5 мг-экв/л (2023г.) до 8,8 мг-экв/л (2021г.) величина ХПК изменилась от 4,3 мг/л (2017г.) до 27,0 мг/л (2015 г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 1,8 раза; величина БПК<sub>5</sub> изменилось от 2,4 мг/л (2016) до 5,8 мг/л (2019), т.е. его содержание превысило ПДК в 1,93 раза.

Концентрация ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) изменилась от 0,1 мг/л (2015 г.) до 0,52 мг/л (2021 г), т.е. содержание превысило ПДК в 1,04 раз; ионы нитрита ( $\text{NO}_2^-$ )изменились от 0,04 мг/л (2015, 2019гг.) до 0,083 мг/л (2020г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 1,04 раза; содержание хлоридов ( $\text{Cl}^-$ ) изменилось от 86,3 мг/л (2018 г.) до 318 мг/л (2022), т.е. когда их содержание превысило ПДК в 1,06 раза; содержание сульфатов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) изменилось от 46,2 мг/л (2016 г.) до 169 мг/л (2021 г), когда их величина превысила ПДК в 1,69 раз; содержание железа ( $\text{Fe}^{3+}$ ) изменилось от 0,027мг/л (2019 г.) до 0,12 г/л (2018 г.), превышение

ПДК содержание железа в эти годы не наблюдалось. Величина минерализации изменялась от 878 мг/л (2018 г.) до 1481 мг/л (2020 г.), когда ее величина превысила ПДК в 1,48 раза.

**Оценка метеорологических характеристик.** Анализ динамики метеорологических характеристик был проведен по данным четырех метеорологических станций Тахиаташ, Тахтакупир, Нукус и Кунград (табл.2).

**2-жадвал**  
**2010-2020-йилларда Қарақалпоғистон Республикаси метеорологик станцияларида узок муддатли бир йиллик метеорологик характеристикалар ўзариши.**

**Таблица 2**  
**Многолетние внутригодовые изменения некоторых метеорологических характеристик на метеостанциях Республики Каракалпакстан за 2010-2020 гг.**

**Table 2**  
**Long-term intra-annual changes in some meteorological characteristics at weather stations of the Republic of Karakalpakistan for 2010-2020.**

Изменение температуры воздуха (t°C в градусах), метеорологическая станция Тахиаташ													
Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср.вели
2010-2014	-3,6	-4,2	6,6	16,5	24,1	28,3	29,0	27,2	20,5	12,6	4,36	-2,6	13,2
2015-2019	-0,52	1,5	8,1	15,4	23,3	23,0	30,7	26,8	20,9	12,0	3,10	-0,3	13,7
2010-2020	-1,2	0,5	8,1	15,8	23,8	26,7	30,0	26,6	20,1	12,1	3,0	-3,0	13,6
Изменение количества осадков (в мм), метеорологическая станция Тахиаташ													
2010-2014	7,61	7,41	20,9	19,1	1,47	0,76	1,15	2	0,93	3,92	13,9	13,4	7,7
2015-2019	6,4	11,5	24,0	12,2	17,4	3,50	1,9	8,6	10,7	14,9	13,4	9,9	11,2
2010-2020	6,0	9,0	16,0	20,6	14,8	1,5	1,0	5,5	3,9	6,3	9,8	7,9	8,5
Изменение температуры почвы на глубине 10 см (t°C в градусах), метеорологическая станция Тахтакупир													
2010-2014	0	0	8,7	15,4	23,0	29,0	30,4	29,0	23,3	16,7	0	0	21,9
2015-2019	0	0	9,5	15,6	23,8	29,3	32,0	30,0	24,0	16,9	0	0	22,6
2010-2020	0	0	9,1	15,7	23,6	29,2	31,2	29,3	23,6	16,7	0	0	22,3
Изменение количества осадков (в мм), метеорологическая станция Тахтакупир													
2010-2014	11,4	9,7	19,1	19,3	7,1	2,5	10,0	3,1	1,8	4,5	10,2	15,6	9,51
2015-2019	7,7	10,4	19,7	13,8	23,6	6,2	2,9	0,7	8,8	13,5	14,0	15,3	11,4
2010-2020	9,9	9,9	18,2	17,8	13,7	5,3	2,9	2,1	7,5	10,0	12,3	14,1	10,3
Изменение температуры воздуха (t°C в градусах), метеорологическая станция Нукус													
2010-2014	-4,7	-5,1	6,3	16,2	23,8	28,5	29,6	27,9	19,8	12,2	3,5	-1,7	13,0
2015-2019	-1,1	-0,2	7,4	10,0	22,0	28,0	30,9	26,8	20,2	11,4	5,5	-1,9	13,3
2010-2020	-2,0	-0,5	7,6	13,8	23,6	28,4	30,3	26,9	19,6	11,5	3,3	-3,4	13,3
Изменение количества осадков (в мм), метеорологическая станция Нукус													
2010-2014	8,8	5,7	20,6	15,0	2,0	0,4	3,1	2,7	0,5	2,3	9,5	9,5	6,7
2015-2019	6,1	13,5	17,7	18,3	14,8	3,7	2,9	3,8	10,4	14	14,8	10,8	10,9
2010-2020	7,2	9,5	18,1	17,8	9,1	1,7	3	3	4,4	7,5	11,5	9,5	8,5
Изменение температуры воздуха (t°C в градусах), метеорологическая станция Кунград													
2010-2014	-4,1	-3,5	5,0	15,7	23,4	27,7	28	26,9	19,5	11,3	2,84	-3,06	13,1
2015-2019	-2,0	1,1	6,4	14,1	22,0	27,3	30,0	25,8	19,5	10,4	1,84	-1,76	12,7
2010-2020	-6,2	-0,6	6,4	14,7	23,1	27,3	29,3	25,8	18,8	10,4	1,7	-4,5	12,2
Изменение количества осадков (в мм), метеорологическая станция Кунград													
2010-2014	11,9	11,0	15,8	14,6	2,7	8,3	0,2	6,2	0	4,8	10,7	10,2	8,8
2015-2019	7,4	11,1	17,2	17,2	30,9	6,5	4,7	5,4	5,4	9,9	19,6	12,4	12,3
2010-2020	10,0	12,7	13,5	17,2	14,9	4,9	1,8	3,9	1,8	4,9	10,5	7,5	8,0

При этом оценивалось изменение двух характеристик: среднемесячной температуры воздуха в градусах (t, °C) и среднемесячного количества осадков в мм (X). Полученные данные были рассмотрены как за отдельные периоды: 2010-2014 гг. и 2015-2020 гг., так и в целом за весь период 2010-2020 гг.

На метеостанции Тахиаташ среднемесячная величина температура воздуха в 2015-2019 гг. по сравнению с периодом 2010-2014 гг. повысилась на 0,5° С; на метеостанции Тахтакуипир-на 1,1° С, на метеостанции Нукус на 0,3 °С, и только на метеостанции Кунград она понизилась на 0,4 °С.

На метеостанции Тахиаташ среднемесячная величина осадков в 2015-2019 гг. по сравнению с периодом 2010-2014 гг. повысилась на 3,5 мм; на метеостанции Тахтакуипир-на 0,3 мм, на метеостанции Нукус – на 4,2 мм и на метеостанции Кунград- на 3,5 мм.

Отмеченные изменения величин температуры воздуха за три периода: 2010-2014 гг.; 2015-2019 гг. и 2010-2020 гг. на указанных метеорологических станциях приведены на графиках на рис.1.

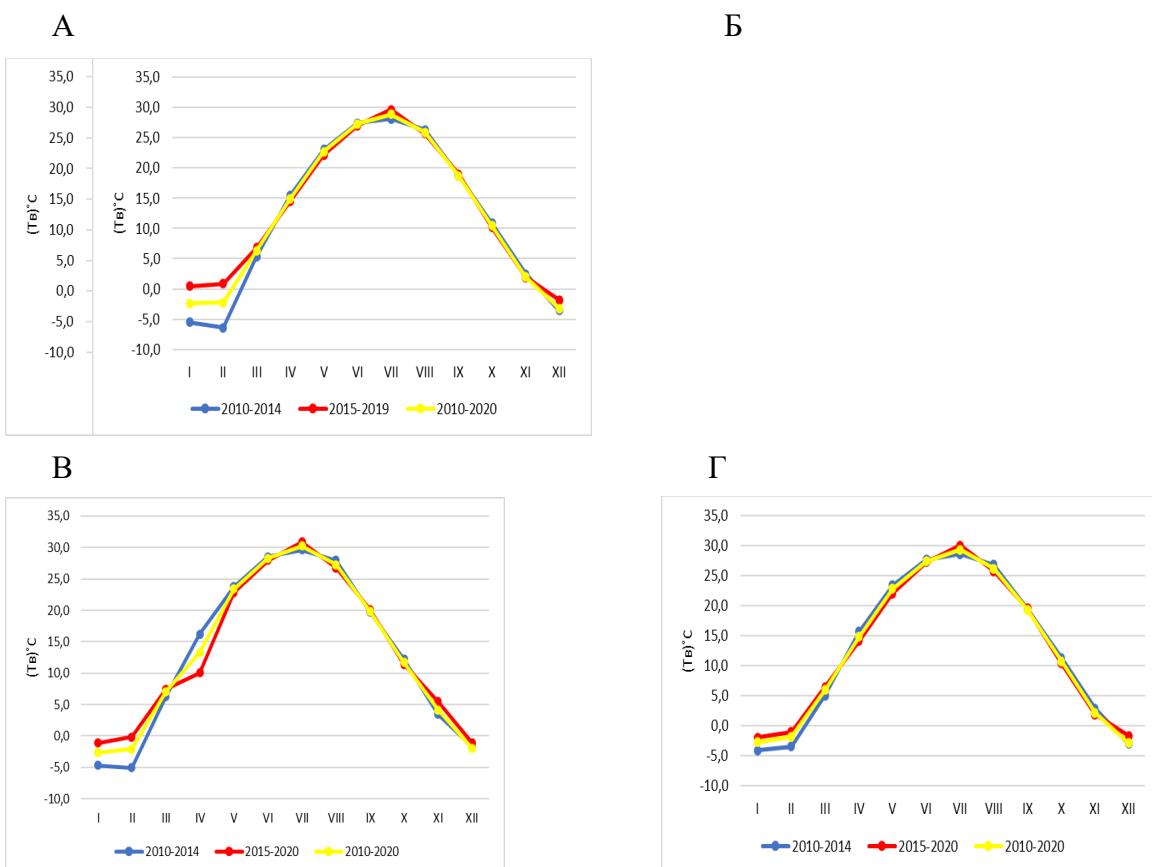


Рис.1. Внутригодовые изменения величин температры воздуха ( $t^{\circ}\text{C}$ ) за три периода: 2010-2014 гг. ; 2015-2019 гг. и 2010-2020 гг. на метеорологических станциях Тахиаташ(А), Тахтакуипир(Б), Нукус(Б) и Кунград(Г).

**Заключение.** Согласно данным Узгидромета, помещенных в ежегоднике «Государственный водный кадастр» в последние годы среднее годовое превышение ПДК в р.Амударья имеют сульфаты, медь, фенолы уже у створа Термез, у створа Саманбай ПДК превышают магний, медь, сульфаты, минерализация, а у створа Кзылджар количество ингредиентов, превышающих ПДК увеличивается до пяти: медь, магний, сульфаты, цинк, минерализация. Величина индекса загрязненности воды (ИЗВ) в среднем в створе Саманбай (Нукус) равна 1,22, а в створе Кзылджар- 1,43 т.е. качество воды р.Амударья соответствовало III классу умеренно загрязненных вод ( величина ИЗВ от 1,0 до 2,5).

Согласно данным Специальной инспекции аналитического контроля СИАК в 2015-2023 гг. среди загрязняющих компонентов в речной воде ниже г. Тахиаташ определялись жесткость, величины ХПК, БПК<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Fe<sup>3+</sup> и сухой остаток (использовали термин минерализация). На основе анализа многолетних данных можно сделать следующий вывод: вода р.Амударья является жесткой, редко превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) ХПК; БПК<sub>5</sub> также редко превышает ПДК, такая же картина наблюдается с содержанием ионов аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ионов нитрита (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), хлоридов (Cl<sup>-</sup>), сульфатов (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), содержание железа (Fe<sup>3+</sup>) практически всегда меньше ПДК, 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, г.Хожейли и г.Чимбай.

Было также замечено, что содержание многих ингредиентов было повышенным в 2021-2023 гг., что по видомому связано с маловодьем этих лет и высокой температурой воздуха;

-анализ изменения среднегодовых величин температуры воздуха на рассмотренных метеостанциях Республики Каракалпакстан за два периода 2010-2014 гг. и 2015-2019 гг. показал, что во втором периоде она несколько увеличилась по сравнению с первым периодом: на 0,5°-1,1°C, увеличение температуры воздуха отмечается и в месяце с максимальными значениями по анализу данных за июль месяц.

**Вклад авторов:** Э.И.Чембарисов: научное руководство, методология, написание текста. А.И.Баллиев сбор и статистическая обработка данных, табличное представление результатов, проверка. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

## ЛИТЕРАТУРА

Аденбаев Б.Е. Современный гидрологический режим и водообеспеченности низовьев реки Амударья. Автореферат диссертации доктора (DSc) по географическим наукам, 2020 . Ташкент : НИГМИ – 67 с.

Ежегодник качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 2018-2020 гг. -Т.: Узгидромет. 2022.

Нишионов Б.Э. Создание тематических карт современного гидрохимического состояния рек Узбекистана // Материалы междунар. Научно-практич. Конференции «Водные ресурсы аридных регион в условиях изменения климата: проблемы и решения». Ташкент 20 октября 2023, НУУ- С. 334-337.

Рогов М.М., Ходкин С.С., Ревина С.К. Гидрология устьевой области Амудары //М.: Гидрометиздат,1968.-268 с.

Рубинова Ф.Э. Влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим бассейна Аральского моря// Труды САНИГМИ, Гидрометеоиздат, 1987.- 216 с.

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

Чембарисов Э.И., Бахритдинов Б.А. Особенности влияния орошения на минерализацию речных вод бассейна Амудары. - Нукус «Каракалпакстан», 1984.-144 с.

Чембарисов Э.И., Хожсамуратова Р. Т. Комплексная оценка влияния мелиорации на гидроэкологическое состояние водных ресурсов Республики Каракалпакстан и пути его уменьшения. – Ташкент: «Навруз», 2020. – 156 с.

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

## ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ШАРОИТИДА ҚОРАҚАЛПОҒИСТОН РЕСПУБЛИКАСИИ ИРИГАЦИЯ СУВ ОҚИМЛАРИНИНГ ИФЛОСЛАНИШИ

Э.И. ЧЕМБАРИСОВ

Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти Тошкент, Ўзбекистон ,  
География фанлари доктори, профессор

**БАЛИЕВ А. И.**

Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти, Тошкент, Ўзбекистон  
докторанти (PhD)

**РЕИМОВА Г. Б.**

Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти Тошкент, Ўзбекистон  
докторанти (PhD)

**Аннотация.** Жанубий Орол денгизи минтақасидаги нокулай гидроэкологик вазият туфайли уибү минтақа сув ҳавзаларида сувнинг ифлосланишини кузатиш ҳам илмий, ҳам амалий аҳамиятга эга, бу нафақат Амударё дарёсининг сув сифати ва сугории каналлари сувига тааллуқлидир. Шу муносабат билан уибү мақолада Республика Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиши қўмитасининг 2015-2023 йиллардаги маълумотларига кўра юқорида қайд этилган ҳудуднинг энг ўйрик сув оқимларининг ифлосланиши кўриб чиқилди. Мақолада Қорақалпогистон Республикасининг турли ҳудудларида жойлашган Тахиатош, Тахтакўпир, Нукус ва Кўнгирот метеорология станцияларининг 2010-2020 йиллардаги айрим метеорологик хусусиятлари ҳақида ҳам долзарб маълумотлар келтирилган.

**Калит сўзлар:** Жанубий денгизи минтақасининг сув оқимлари, ифлослантирувчи моддалар, минерализация, ҳаво ҳарорати, ёғингарчилик.

## **POLLUTION OF IRRIGATION WATERCOURSES OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE**

**E.I.CHEMBARISOV**

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent, Uzbekistan,  
Doctor of Geographical Sciences, Professor

**BALLIEV A.I.**

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent, Uzbekistan  
doctoral student (PhD)

**REIMOVA G.B.**

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems Tashkent, Uzbekistan  
doctoral student (PhD)

**Abstract.** Due to the unfavorable hydroecological situation in the Southern Aral Sea region, observations of water pollution in the water bodies of this region have both scientific and practical value, this concerns not only the water quality of the Amu Darya River, but also the water of irrigation channels. In this regard, this article examines the pollution of the largest watercourses of the above-mentioned territory according to the data of the Republican Committee on Ecology and Environmental Protection for 2015-2023.

The article also provides up-to-date information on some meteorological characteristics of the weather stations Takhiatash, Takhtakupir, Nukus and Kungrad for 2010-2020, located in various regions of the Republic of Karakalpakstan.

**Keywords:** watercourses of the Southern Aral Sea region, polluting ingredients, mineralization, air temperature, precipitation.

## **REFERENCES**

Adenbaev B.E. Sovremennyi gidrologicheskii rejim i vodoobespechennosti nizov'ev reki Amudar'i». Avtoreferat dissertacii doktora (DSc) po geograficheskim naukam [Modern hydrological regime and water availability of the lower reaches of the Amu Darya River. Abstract of the dissertation of the Doctor (DSc) in geographical sciences]. -Tashkent: NIGMI 2020 – 67 s. (in Russian)

*Yejegodnik kachestva poverhnostnyh vod na territorii deyatel'nosti Uzgidrometa za 2018-2020 gg.*  
[Yearbook of surface water quality in the territory of the activity of Uzhydromet for 2018-2020]. -T.: Uzgidromet. (in Russian)

*Nishonov B.E. Sozdanie tematicheskikh kart sovremenennogo gidrohimicheskogo sostoyaniya rek Uzbekistana // Materialy mejdunar. nauchno-praktich. konferencii «Vodnye resursy aridnyh region v usloviyah izmeneniya klimata: problemy i resheniya».* [Creation of thematic maps of the modern hydrochemical state of the rivers of Uzbekistan // Materials of the International scientific and practical conference "Water resources of arid regions in the context of climate change: problems and solutions"]. Tashkent: 20 oktyabr' 2023, NUU- S. 334-337. (in Russian)

*Rogov M.M., Hodkin S.S., Revina S.K. Gidrologiya ust'evoi oblasti Amudar'i* [Hydrology of the estuarine region of the Amu Darya]//M.: Gidrometizdat,1968.-268 s.(in Russian)

*Rubinova F.E. Vliyanie vodny melioraci na stok i gidrohimicheskii rejim basseina Aralskogo morya* [Influence of water reclamation on the runoff and hydrochemical regime of the Aral Sea basin]// Trudy SANIGMI, Gidrometeoizdat, 1987.- 216 s. (in Russian)

*Rubinova F.E., Ivanov YU.N. Kachestvo vody rek basseina Aralskogo morya i ego izmenenie pod vliyaniem hozyaistvennoi deyatelnosti* [The water quality of the rivers of the Aral Sea basin and its change under the influence of economic activity]. – Tashkent: NIGMI, 2005.- 185s. (in Russian)

*Chembarisov E.I., B.A. Bahritdinov. Osobennosti vliyaniya orosheniya na mineralizaciyu rechnyh vod basseyna Amudari.* [Features of the influence of irrigation on the mineralization of the river waters of the Amu Darya basin].- Nukus «Karakalpakstan», 1984. – 144 s. (in Russian)

*Chembarisov E.I., Hojamuratova R.T. Kompleksnaya osenka vliyaniya melioraci gidroekologicheskoe sostoyanie vodny resursov Respubliki Karakalpakstan i puti ego umensheniya.* [A comprehensive assessment of the impact of land reclamation on the hydroecological state of water resources of the Republic of Karakalpakstan and ways to reduce it]. – Tashkent: «Navruz», 2020. 156 s. (in Russian)

*Chub V.E. Izmenenie klimata i ego vliyanie na gidrometeorologicheskie processy, agroklimaticheskie i vodnye resursy Respubliki Uzbekistan.* [Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan].- Tashkent: «VORIS-NASHRIYOT», 2007-132s.(in Russian)