

УДК: 631.587(575.1)

Чембарисов Э.И., доктор географических наук, профессор

Баллиев А.И.

докторант (PhD)

Реймова Г.Б.

докторант (PhD)

Научно-исследовательский институт

ирригации и водных проблем

г. Ташкент, Узбекистан

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ОРОСИТЕЛЬНЫХ ВОДОТОКОВ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

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 вышеуказанной 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, Тахтакупир, Нукус и Кунград за 2010-2020 гг., находящихся в различных районах Республики Каракалпакстан.

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

Chembarisov E.I., Doctor of Geographical Sciences, Professor

Balliev A.I.

Doctoral student (PhD)

Reimova G.B.

Doctoral student (PhD)

*Scientific Research Institute
of Irrigation and Water Problems*

Tashkent, Uzbekistan

POLLUTION OF IRRIGATION WATERCOURSES OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

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.*

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 Дуслик 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 следующей монографии [Рогов и др., 1968]. В этот период амплитуда изменений минерализации Амударьи в створе Чатлы была сравнительно невелика от 297 мг/л (сентябрь 1947 г.) до 920 мг/л (март 1965 г.), средняя многолетняя величина минерализации амударьинской воды составила 466,7 мг/л. Химический состав воды был, в основном, сульфатно-гидрокарбонатно-магниевый-кальциевый (СГ-МК), иногда гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-магниевый-кальциевый(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-магниво-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 орошаемое 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.Нишоновым 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 [Нишонов, 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.

Таблица 1

**Изменение загрязненности оросительных водотоков Южного Приаралья
в период 2015-2023 гг.**

Река Амударья ниже гидроузла г. Тахиаташ

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л							
		ХПК	БПК ₅	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	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 ₅	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	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 ₅	NH ⁺ ₄	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	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

Канал Суенли, выше г.Хожейли

Годы	Жесткость, мг-экв/л	Показатели и ингредиенты, мг/л							
		ХПК	БПК ₅	NH ⁺ ₄	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	минерализация
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
2015	8,6	24,1	2,5	0,1	0,04	196	60,1	0,03	1026
2016	7,4	12,9	2,6	0,03	0,06	202	48,6	0,07	1029
2017	8,7	3,2	2,6	0,23	0,03	177,1	38,57	0,055	1018
2018	5,9	8,0	2,3	0,23	0,058	73,64	94,58	0,12	870
2019	6,9	6,3	6,3	0,45	0,06	148	84,9	0,025	841
2020	9,7	17,4	6,8	0,46	0,065	312	122	0,041	1749
2021	9,0	12,3	3,5	0,49	0,071	293	158	0,04	1299
2022	8,4	23,1	4,4	0,50	0,06	405	180	0,05	1531
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 ₅	NH ⁺ ₄	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	минерализация
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
2015	8,9	21,7	2,5	0,2	0,04	194	57,4	0,04	1111
2016	7,5	12,0	2,6	0,21	0,05	198	49,9	0,10	975
2017	8,6	3,3	2,5	0,20	0,03	175,7	35,76	0,034	949
2018	6,1	8,5	2,4	0,24	0,064	81,98	94,06	0,13	889
2019	6,8	8,2	5,9	0,25	0,059	181	86,7	0,021	824
2020	9,8	17,3	6,6	0,48	0,062	252	125	0,043	1545
2021	9,1	10,7	4,8	0,54	0,07	298	150	0,036	1383
2022	8,2	21,7	4,3	0,61	0,06	400	180	0,04	1354
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 ₅	NH ⁺ ₄	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	минерализация
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
2015	7,9	24,6	2,9	0,1	0,04	182	58,1	0,04	1056
2016	7,3	12,3	2,7	0,22	0,05	186	48,8	0,10	949
2017	8,4	4,4	3,0	0,17	0,75	174,5	48,97	0,024	967
2018	6,2	7,6	2,9	0,23	0,055	79,47	91,10	0,12	833
2019	6,9	7,8	5,5	0,20	0,037	180	86,0	0,043	753
2020	9,2	15,3	5,7	0,46	0,064	515	125	0,031	1455

2021	8,8	12,5	3,8	0,49	0,063	279	167	0,034	1268
2022	7,1	14,3	4,2	0,50	0,07	379	141	0,04	1186
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 ₅	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	минерализация
ПДК	7-10	15	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
2015	8	27,0	2,9	0,1	0,04	180	52,9	0,06	996
2016	7,3	12,1	2,4	0,30	0,05	185	46,2	0,10	894
2017	8,5	4,3	2,7	0,22	0,061	172	47,06	0,047	962
2018	6,3	7,2	2,8	0,23	0,057	86,30	90,7	0,12	878
2019	7,0	9,0	5,8	0,20	0,04	175	80,4	0,027	706
2020	9,4	16,2	5,5	0,45	0,083	320	127	0,036	1481
2021	8,8	14,0	4,0	0,52	0,068	285	169	0,038	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	0,062	251	126	0,024	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 (2018г.) до 9,2 мг-экв/л (2020,2021 гг.), величина химического потребления кислорода (ХПК) изменилась от 3,4 мг/л (2017г.) до 31,7 мг/л (2023 г.), т.е. превысило ПДК в 2,1 раза; величина биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) изменилась от 2,5 мг/л (2023) до 6,8 мг/л (2020), т.е. превысило ПДК в 2,26 раза.

Концентрация ионов аммония (NH₄⁺) изменялась 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 изменялись 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⁻) изменялось от 60,5 мг/л (2018 г.) до 309 мг/л (2022), когда их величина превысила ПДК в 1,03 раза; содержание сульфатов (SO₄²⁻) 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 (Fe³⁺) изменялось 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 изменялась 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 изменялись от 5,6 мг-экв/л (2018 г.) до 9,4 мг-экв/л (2020г.) величина ХПК изменялась от 3,1 мг/л (2017г.) до 25,9 мг/л (2015 г.) т.е. его содержание превысило ПДК в 1,73 раза; величина БПК₅ изменялась 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 (NH₄⁺) изменялась 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 изменялись 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^-) изменялось от 69,4 мг/л (2018 г.) до 313 мг/л (2020), когда их величина превысила ПДК в 1,04 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось 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^{3+}) изменялось 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 изменялась 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 изменялись от 5,7 мг-экв/л (2018г.) до 9,5 мг-экв/л (2020г.), величина ХПК изменялась от 3,0 мг/л (2017г.) до 23,8 мг/л (2015 г.), т.е. превысило ПДК в 1,59 раза; БПК₅ изменялась от 2,4 мг/л (2017) до 5,8 мг/л (2020), т.е. превысило ПДК в 1,93 раза.

Концентрация ионов аммония (NH_4^+) изменялись от 0.17 мг/л (2015 г.) до 0,80 мг/л (2023 г.), когда её содержание превысило ПДК в 1,60 раз; ионы нитрита NO_2^- изменялись от 0,004 мг/л (2016 г.) до 0,07 мг/л (2021г.), когда его содержание превысило ПДК не наблюдалось; содержание хлоридов (Cl^-) изменялось от 77,22 мг/л (2018 г.) до 318 мг/л (2020), когда их величина превысила ПДК в 1,06 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось 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^{3+}) изменялось от 0,03 мг/л (2019 г.) до 0,14 г/л (2018 г.), превышение ПДК в эти годы не наблюдалось. Величина минерализации изменялась 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 изменялись от 5,9 мг-экв/л (2018г.) до 9.7 мг-экв/л (2020 г.), величина ХПК изменялась от 3,2 мг/л (2017г.) до 34,7 мг/л (2023 г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,31 раза; величина БПК₅ 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 (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 (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 (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 (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 (Fe^{3+}) изменялось от 0,025 мг/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 (БПК₅) изменялась 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 (NH₄⁺) изменялась 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 (NO₂⁻)изменялись от 0,03 мг/л (2017 г.) до 0,064 мг/л (2018г.), когда превышение ПДК не наблюдалось; содержание хлоридов (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 (SO₄²⁻) 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 (Fe³⁺) изменялось от 0,034 мг/л (2017 г.) до 0,13 г/л (2018 г.), превышение ПДК в эти годы не наблюдалось. Величина минерализации изменялась 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 изменялись от 6,0 мг-экв/л (2023г.) до 9.2 мг-экв/л (2020г.) ХПК изменялась от 4,4 мг/л (2017г.) до 31,0 мг/л (2023 г.) т.е. его содержание превысило ПДК в 2,07 раза; величина (БПК₅) изменялась от 2,7 мг/л (2016) до 5,7 мг/л (2020), т.е. превысило ПДК в 1,9 раза.

Концентрация ионов аммония (NH₄⁺) изменялись 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 (NO₂⁻) изменялись от 0,037 мг/л (2019 г.) до 0,075 мг/л (2017 г.), т.е. превышение ПДК нитрата не наблюдалось; содержание хлоридов (Cl⁻) изменялось от 79,5 мг/л (2018 г.) до 379 мг/л (2022), когда их величина превысила ПДК в 1,26 раза; содержание сульфатов (SO₄²⁻) изменялось от 48,8 мг/л (2016 г.) до 167 мг/л (2021 г), когда их величина превысила ПДК в 1,67 раз; содержание железа (Fe³⁺) изменялось 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 изменялась 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 изменялись от 4,5 мг-экв/л (2023г.) до 8,8 мг-экв/л (2021г.) величина ХПК изменялась от 4,3 мг/л (2017г.) до 27,0 мг/л (2015 г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 1,8 раза; величина БПК₅ 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 (NH₄⁺) изменялась 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 (NO₂⁻)изменялись 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 (Cl^-) изменялось 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 (SO_4^{2-}) изменялось от 46,2 мг/л (2016 г.) до 169 мг/л (2021 г.), когда их величина превысила ПДК в 1,69 раз; содержание железа (Fe^{3+}) изменялось 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).

Таблица 2

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

Изменение температуры воздуха ($t^\circ\text{C}$ 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 ($t^\circ\text{C}$ 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 ($t^\circ\text{C}$ 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 ($t^\circ\text{C}$ 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° C; на метестанции Тахтакупир-на 1,1° C, на метеостанции Нукус на 0,3 °C, и только на метеостанции Кунград она понизилась на 0,4 °C.

На метеостанции Тахиаташ среднемесячная величина осадков в 2015-2019 гг. по сравнению с периодом 2010-2014 гг. повысилась на 3,5 мм; на метеостанции Тахтакупир- 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.

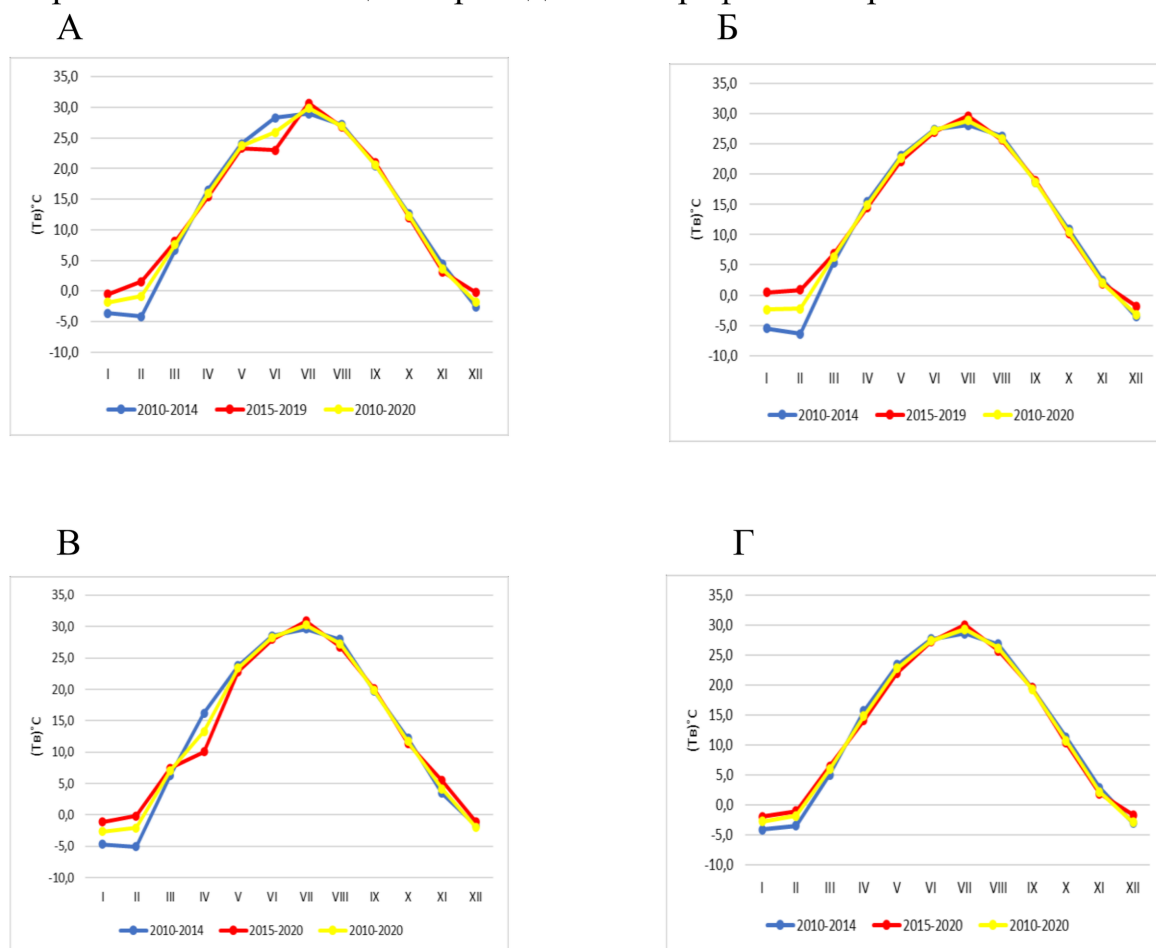


Рис.1. Внутригодовые изменения величин температуры воздуха (t °C) за три периода: 2010-2014 гг. ; 2015-2019 гг. и 2010-2020 гг. на метеорологических станциях Тахиаташ(А), Тахтакупир(Б), Нукус(В) и Кунград(Г).

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 Кызылджар 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 Кызылджар- 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 XPK , BPK_5 , NH_4^+ , NO_2^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Fe^{3+} 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) XPK ; BPK_5 также редко превышает ПДК, такая же картина наблюдается с содержанием ионов аммония (NH_4^+), ионов нитрита (NO_2^-), хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), содержание железа (Fe^{3+}) 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 видимому 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 $0,5^{\circ}$ - $1,1^{\circ}$ С, 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.

Использованные источники:

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

2. Ежегодник качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 2018-2020 гг. -Т.: Узгидромет. 2022.
3. Нишонов 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 октябрь 2023, НУУ- С. 334-337.
4. Рогов М.М., Ходкин С.С., Ревина С.К. Гидрология устьевой области Амударьи //М.: Гидрометиздат,1968.-268 с.
5. Рубинова Ф.Э. Влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим бассейна Аральского моря// Труды САНИГМИ, Гидрометеиздат, 1987.- 216 с.
6. Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. – Ташкент: НИГМИ, 2005.- 185с.
7. Чембарисов Э.И., Бахритдинов Б.А. Особенности влияния орошения на минерализацию речных вод бассейна Амударьи. - Нукус «Каракалпакстан», 1984.–144 с.
8. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р. Т. Комплексная оценка влияния мелиорации на гидроэкологическое состояние водных ресурсов Республики Каракалпакстан и пути его уменьшения. – Ташкент: «Навруз», 2020. – 156 с.
9. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан.- Ташкент: «VORIS-NASHRIYOT», 2007-132с.