

DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-3-334-349

С.Р. Шодиев¹, Э.И. Чембарисов²

¹ Навоийский государственный педагогический институт,
210100 г. Навои, Республика Узбекистан

² Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем,
100187 г. Ташкент, Республика Узбекистан

Исследования гидрологического и гидрохимического состояния поверхностных вод юга Узбекистана

В статье представлена краткая характеристика бассейнов рек Кашкадарья, Сурхандарья, Зеравшана, изменение источников питания и водности рассматриваемых рек в условиях глобального изменения климата. Приведены практические рекомендации по повторному использованию коллекторно-дренажных вод для орошения. Проведена оценка ирригационного качества коллекторных вод: в пределах орошаемой зоны рассматриваемых бассейнов в год формируется 7,1–7,9 км³ коллекторно-дренажного стока с минерализацией 1,5–3,5 г/л с преобладающим хлоридно-сульфатно-магниево-натриевым составом. С помощью ГИС-технологий составлены карты современных гидрологических характеристик коллекторно-дренажных вод. Обоснованы объемы коллекторно-дренажных вод, которые можно повторно использовать для орошения.

Ключевые слова: поверхностные воды юга Узбекистана, гидрологические и гидрохимические характеристики, коллекторно-дренажные сток, ГИС-карты качества воды, магистральные коллекторы

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Шодиев С.Р., Чембарисов Э.И. Исследования гидрологического и гидрохимического состояния поверхностных вод юга Узбекистана // Социально-экологические технологии. 2022. Т. 12. № 3. С. 334–349. DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-3-334-349

DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-3-334-349

S.R. Shodiev¹, E.I. Chembarisov²

¹ Navoi State Pedagogical Institute,
Navoi, 210100, Republic of Uzbekistan

² Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems,
Tashkent, 100187, Republic of Uzbekistan

Research of the hydrological and hydrochemical state of surface water in the South of Uzbekistan

The article presents a brief description of the basin of Kashkadarya, Surkhandarya, Zeravshan rivers, changes in the sources of nutrition and water content of the rivers under consideration in the context of global climate change. Practical recommendations on the reuse of collector-drainage water for irrigation are given. An assessment of the irrigation quality of collector waters was carried out: within the irrigated zone of the basins under consideration, 7.1–7.9 km³ of collector-drainage flow with a salinity of 1.5–3.5 g/l with a predominant chloride-sulphate-magnesium-sodium composition is formed per year. With the help of GIS technologies, maps of modern hydrological characteristics of collector-drainage waters were compiled. The volumes of collector-drainage waters that can be reused for irrigation were substantiated.

Key words: surface waters of the south of Uzbekistan, hydrological and hydrochemical characteristics, collector-drainage flows, GIS-maps of water quality, main collectors

FOR CITATION: Shodiev S.R., Chembarisov E.I. Research of the hydrological and hydrochemical state of surface water in the South of Uzbekistan. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2022. Vol. 12. No. 3. Pp. 334–349. (In Rus.) DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-3-334-349

Введение

В последние годы нехватка маломинерализованной и пресной воды стала мировой глобальной проблемой, и в связи с этим все больше внимания уделяется вопросам эффективного и рационального использования поверхностных водных ресурсов речных бассейнов. Во многих странах мира особое значение приобретает проведение научно-исследовательских работ, направленных на экономное использование водных ресурсов, совершенствование технологий рационального использования воды в орошаемом земледелии.

Ввиду того, что орошаемое земледелие характеризуется не только водозабором оросительной воды из рек и каналов, но и отводом коллекторно-дренажных вод, то сейчас во многих странах мира стало уделяться значительное внимание решению проблемы вторичного использования коллекторного стока.

Результаты исследования

Современное развитие экономики, демографическая ситуация в Узбекистане и выявленные тенденции изменения климата приводят к мнению, что в ближайшем будущем следует ожидать обострения проблем водообеспеченности в стране. В этих условиях для обоснования и разработки национальной стратегии развития водного сектора важной задачей является исследование гидрологических и гидрохимических особенностей поверхностных вод юга Узбекистана, включающих бассейны Кашкадарьи, Сурхандарьи, Зеравшана [Чембарисов, 1988, с. 66–74; Якубов и др., 2011, с. 37–42; Рубинова, 2017, с. 20–25; Шодиев и др., 2021, с. 10–12].

Проведенные исследования в определенной степени служат также выполнению задач, предусмотренных постановлениями Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов» от 25 сентября 2017 г., № ПП-3672 «О мерах по организации деятельности Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан» от 17 апреля 2018 г., Указом Президента Республики Узбекистан «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы» № УП-6024 от 10 июля 2020 г., а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

В последние годы объем коллекторно-дренажных вод в целом по республике достиг 20–22,0 км³, из них только в речных бассейнах юга Узбекистана формируется более 7,0 км³ этих вод¹.

Исходя из этого, изучение гидрологических и гидрохимических особенностей поверхностных (речных и коллекторно-дренажных) вод различных регионов республики, в том числе южной зоны орошения Узбекистана, является одной из важнейших задач гидрологической и водохозяйственной науки [Разработка методики..., 2017, с. 374–375; Современная минерализация..., 2020, с. 64–68; Шодиев и др., 2021, с. 84–85].

Многолетние исследования проведены с использованием бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода, который был усовершенствован в виде блочной модели с расшифровкой алгоритма исследований при использовании данного метода. Были проведены расчеты ожидаемых изменений минерализации по усовершенствованной рабочей формуле данного метода, составлена серия гидрологических и гидрохимических карт с использованием ГИС-технологий. Разработаны практические рекомендации по гидрологическому анализу и повторному использованию коллекторно-дренажных вод в условиях дефицита водных ресурсов в Республике Узбекистан.

Согласно бассейновому ландшафтно-галогеохимическому методу, изучение различных гидрологических, гидрохимических и других процессов, происходящих на старо- и новоосваиваемых под орошение землях, необходимо рассматривать не в пределах районных, областных, республиканских и других административных границах, а в пределах определенного речного бассейна. В данной работе подобные исследования проведены для бассейнов Кашкадарьи, Сурхандарьи и Зеравшана.

Бассейн реки Кашкадарьи

Максимальных значений средние месячные расходы воды у трех рек, Яккабаг, Аксу, Танхаз (притоки Кашкадарьи), достигают в июне, минимальных – в декабре-январе. Сток р. Аксу за июль-сентябрь составляет 72% стока за март-июнь, р. Яккабаг – 46% и р. Танхаз – 39%. Средние модули стока у них соответственно равны 14,6; 13,4 л/(с · км²).

¹ Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (2008–2011 гг.). Ташкент, 2013; Орошаемое земледелие Узбекистана: существуют ли резервы для водообеспеченности для устойчивого развития? Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии. Ташкент, 2017.

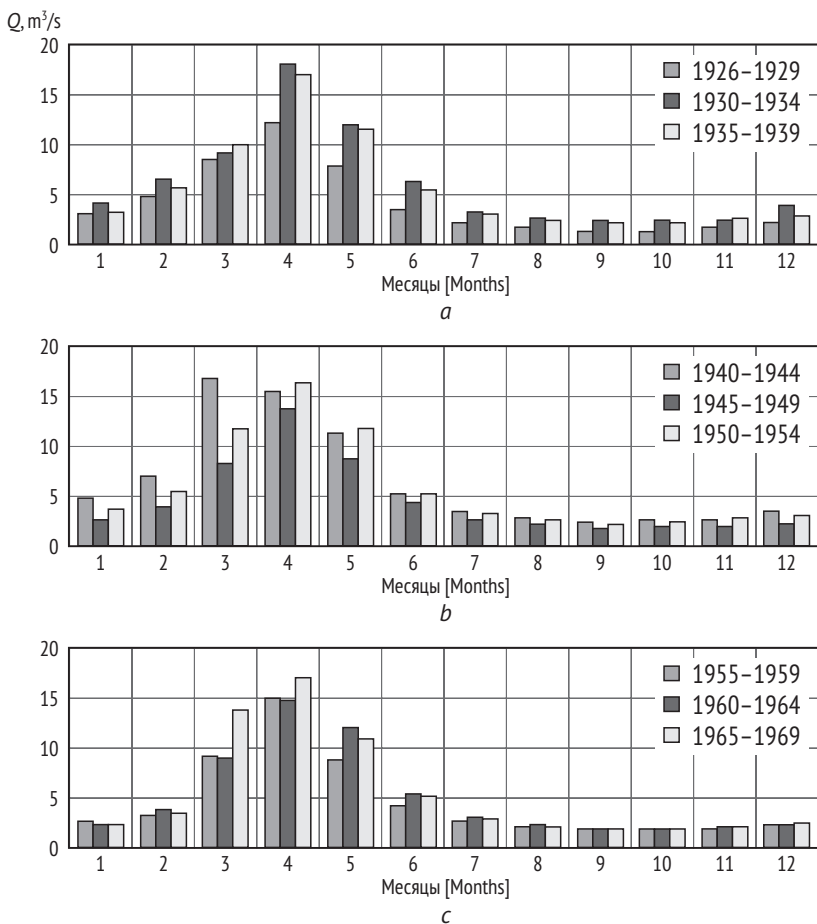


Рис. 1. Внутригодовой расход воды в 1926–2009 гг. (осредненный по пятилетиям) и в 2010–2011 гг. в реке Кашкадарья – канале Варганза:

a – 1926–1939; *b* – 1940–1954 гг.; *c* – 1955–1969 гг.;
d – 1970–1984; *e* – 1985–1999 гг.; *f* – 2000–2011 гг.

Fig. 1. Intra-annual water consumption in 1926–2009 (averaged over five years) and in 2010–2011 in the Kashkadarya River – Varganza Canal:

a – 1926–1939; *b* – 1940–1954; *c* – 1955–1969;
d – 1970–1984; *e* – 1985–1999; *f* – 2000–2011

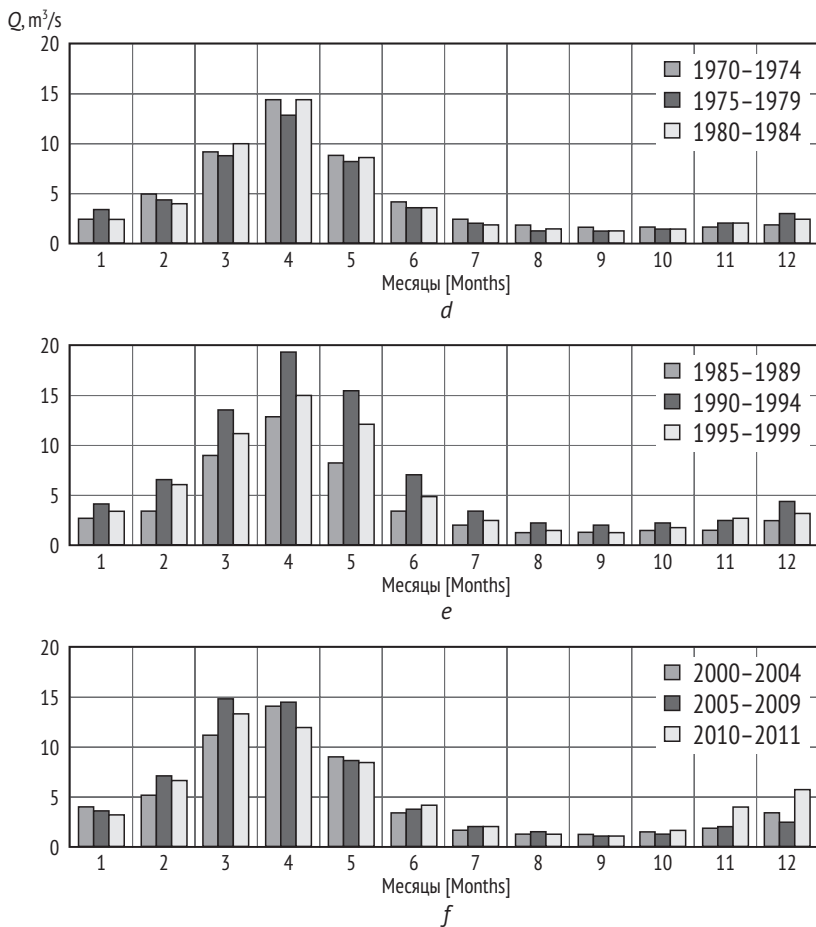


Рис. 1. Окончание

Fig. 1. End

Средний годовой расход р. Аксу вместе с ее правым притоком Карасу равен 13,8 л/с; р. Яккабаг с ее левым притоком Турнабулак – 8,08 л/с и р. Танхаз – 4,30 л/с. Эти три реки играют решающую роль в формировании режима Кашкадарьи в среднем течении, т.к. дают 78% поверхностного притока воды в верхнюю часть долины Кашкадарьи.

Были составлены графики внутригодового расхода воды за различные периоды лет, включая и современное состояние для р. Кашкадарья – канала Варганза. Наименьшие расходы воды наблюдаются в июле-ноябре, небольшое их повышение происходит в феврале, с марта по июнь наблюдаются максимальные расходы воды (рис. 1). Таким образом, наблюдается небольшое смещения половодья с летнего периода на конец весны, что обусловлено влиянием климатических факторов. Этот факт был подтвержден уточнением типа питания реки.

Всего за год коллекторами в бассейне р. Кашкадарья выносятся 1,3–1,9 км³ со средней минерализацией 4,65–4,92 г/л. Наибольшее количество воды выносятся коллекторами Жанубий (до 0,8 км³, со средней минерализацией 5,36 г/л); Шимолий (0,08 км³, с минерализацией 4,61 г/л); Главный (0,05 км³, с минерализацией 5,07 г/л) и Киллисой (0,05 км³, с минерализацией 7,35 г/л.). Эти воды можно повторно использовать при смешении с оросительной водой.

В юго-восточной части Кашкадарьинской области преобладают дренажные воды преимущественно хлоридно-сульфатного-магниево-натриево-кальциевого состава (ХС-МНК), в центральной части – дренажные воды хлоридно-сульфатного-кальциево-магниево-натриевого состава (ХС-КМН); в западной части (орошаемая зона Каршинской степи) дренажные воды преимущественно хлоридно-сульфатного-магниево-натриевого (ХС-МН) состава.

Бассейн реки Сурхандарья

Внутригодовое распределение стока на всем протяжении р. Сурхандарья может быть охарактеризовано следующим образом: минимальные расходы воды наблюдаются в сентябре-октябре, затем следует повышение расходов до мая, когда наблюдаются наивысшие их значения; июньский сток ничтожно меньше майского, но уже с июля расходы воды резко падают.

За различные периоды лет, включая и современное состояние, были приведены графики анализа внутригодового расхода воды реки Сурхандарья – канала Шурчи. Наименьшие расходы воды наблюдаются в августе-декабре, небольшое их повышение происходит в январе-марте, с апреля по июнь наблюдаются максимальные расходы воды. Таким образом, наблюдается небольшое смещения половодья с летнего периода на конец весны, что обусловлено влиянием климатических факторов.

В последние годы (2016–2020 гг.) объем коллекторно-дренажных вод в бассейн р. Сурхандарья равен 1,39 км³, средняя величина минерализации – 1,3–1,5 г/л, преобладающий состав хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатный – магниевое-кальциево-натриевый (ХГС-МКН), поэтому эти воды можно использовать для повторного орошения без смешения (рис. 2).

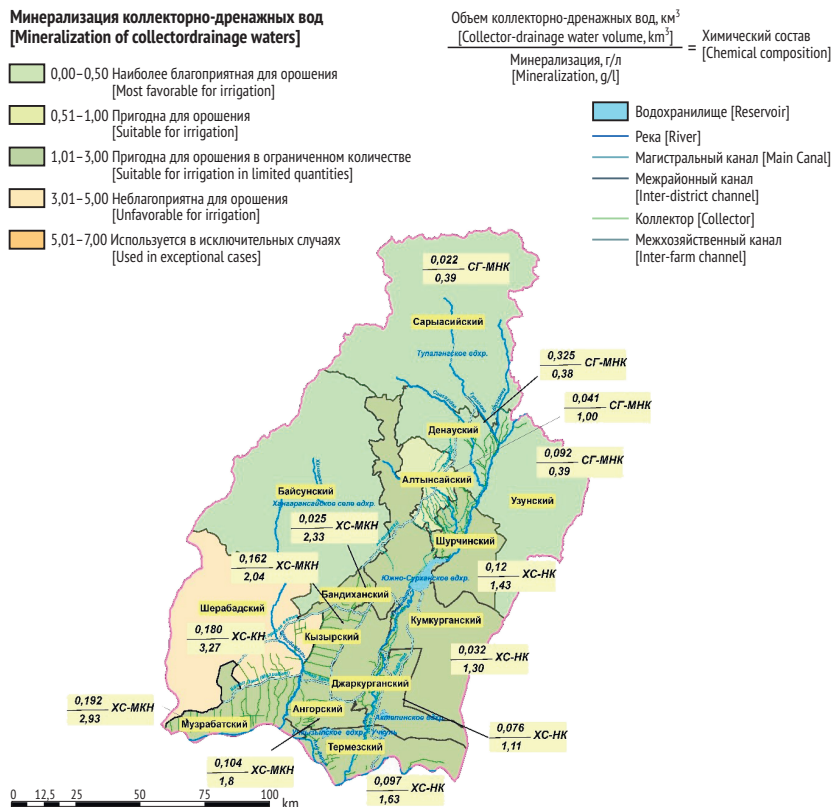


Рис. 2. Карта распределения среднееголетних расходов воды, минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод по административным районам Сурхандарьинской области за 2016–2020 гг.

Fig. 2. The map distribution of average annual water consumption, salinity and chemical composition of collector and drainage waters by administrative districts of Surkhandarya region in 2016–2020

Наименьшая минерализация воды (0,17–0,40 г/л) наблюдается в верховьях Сурхандарьи (бассейны Тупаланга, Обизаранга, Сангардака), состав ее сульфатно-гидрокарбонатный-кальциевый (СГ-К). Начиная от створа Шурчи, минерализация вода в Сурхандарье постепенно возрастает и в устье реки достигает 1,1–1,4 г/л, при этом ее состав постепенно меняется на сульфатный-магниево-кальциевый (С-МК).

Бассейн реки Зеравшан

В бассейне р. Зеравшан при оценке водных ресурсов горной части обычно учитываются данные двух гидрологических постов: Дупули на р. Зеравшан и Суджина на р. Машандарья. Суммарный среднеголетний расход воды этих двух створов равен 163 м³/с, объем стока равен 5,14 км³, модуль стока равен 14,4 л/(с · км²).

Наименьшие величины минерализации наблюдаются на створах Раватходжа (нижний бьеф Раватходжинской плотины) и у Аккарадарьинского вододелителя – 0,29–0,31 г/л, на других створах она постепенно повышается до 0,48–0,62 г/л, а у створа г. Навои ниже сбросов ПО «Навоиазот» возрастает до 1,20–1,32 г/л.

Величина минерализации воды в нижнем течении реки изменяется внутри года от 1,67 до 2,25 г/л, что обусловлено повышенным содержанием магния, натрия и сульфатного иона. Этот факт отражается на ирригационном качестве речной воды. Величина минерализации и содержание главных ионов несколько уменьшается в июне-августе, что связано с ростом расходов воды в реке в эти месяцы.

На основе собранных сведений в мелиоративных экспедициях трех областей – Самаркандской, Навоийской и Бухарской (бассейн р. Зеравшан) – были проанализированы данные по расходам и минерализации воды в магистральных коллекторах, сток которых может служить дополнительным источником водных ресурсов данной территории (табл. 1).

Были определены современные величины стока магистральных коллекторов и на основании существующих рекомендаций выявлено, что в Самаркандской области можно повторно использовать на орошение сток всех магистральных коллекторов, в Навоийской области сток большинства коллекторов, кроме коллекторов Катта-Завур и Уртабад; а в Бухарской области – сток коллекторов Марказий Бухоро, Шимой, Огитма, Мавлиён. Воду остальных коллекторов нужно разбавлять речной водой, всего для повторного орошения можно использовать 3,72 км³ коллекторного стока с минерализацией менее 3,0 г/л.

Таблица 1

**Расходы, объем и минерализация воды в магистральных коллекторах орошаемых массивов
бассейна р. Зеравшан**
**[Consumption, volume and salinity of water in the main collectors of irrigated massifs
of the basin of the Zeravshan river]**

Коллекторы [Collectors]	Среднегодовые расходы воды, м ³ /с [Average annual water consumption, m ³ /s]			Объем стока, млн/м ³ [Flow volume, mln/m ³]			Среднегодовая минерализация, г/л [Average annual mineralization, g/l]		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Самаркандская область [Samarqand Region]									
Корасув [Korasuv]	3,18	3,07	3,21	100,44	96,95	101,65	0,66	0,65	0,64
Сиеб [Siyob]	4,70	4,86	5,11	148,19	153,34	161,67	0,74	0,81	0,78
Бедона [Bedona]	1,36	1,39	1,48	42,96	43,95	46,83	0,65	0,64	0,60
Катта корасув [Katta Korasuv]	1,48	1,94	1,70	46,51	61,18	53,75	0,63	0,65	0,60
Корасув [Korasuv]	2,36	3,75	3,87	74,45	118,35	122,55	0,69	1,32	1,19
Утарчи [Utarchi]	2,36	2,41	1,91	74,45	76,20	60,48	0,69	0,77	0,73
Хужа [Khuzha]	1,32	1,60	1,40	41,65	50,38	44,31	0,69	0,69	0,62

Продолжение табл. 1

Коллекторы [Collectors]	Среднегодовые расходы воды, м ³ /с [Average annual water consumption, m ³ /s]			Объем стока, млн/м ³ [Flow volume, mln/m ³]			Среднегодовая минерализация, г/л [Average annual mineralization, g/l]		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Навоийская область [Navoiy Region]									
Ок олтин 2 [Ok Oltin 2]	0,50	1,26	1,09	15,69	39,70	36,12	1,31	1,82	1,53
Марказий [Markaziy]	2,26	2,96	3,24	71,67	93,46	105,39	2,11	1,83	1,91
Нарпай [Narpay]	1,66	1,70	1,58	52,31	53,56	52,95	2,94	2,62	2,58
Дул дул [Dul Dul]	7,46	9,05	8,59	285,27	274,22	274,22	2,34	2,00	2,35
Конимех [Konimekh]	2,34	2,51	3,54	73,97	79,46	112,20	2,58	2,11	2,35
Катта Зовур [Katta Zovur]	3,64	6,14	5,55	114,53	193,35	175,47	3,96	3,68	3,57
Уртабод [Urtabod]	4,12	4,31	4,37	130,04	135,86	138,49	4,38	3,62	3,26

Бухарская область [Bukhara Region]									
Паралел-Денгизкул [Paralel-Dengizkul]	14,21	10,98	16,08	448,16	346,22	507,07	5,46	5,75	5,85
Денгизкул в озеро [Dengizkul in the lake]	4,44	4,83	8,51	139,92	152,34	268,25	5,45	5,75	5,89
Денгизкул отвод [Dengizkul branch]	9,77	6,15	7,56	308,24	193,88	238,56	5,46	5,75	5,84
Жанубий [Zhanubiy]	1,15	1,07	0,87	36,13	33,65	27,51	6,75	6,30	5,86
Бош Коракул [Bosh Korakul]	2,13	2,17	2,16	67,25	68,55	68,13	4,93	4,34	5,36
Марказий Бухоро [Markaziy Bukhoro]	14,91	13,31	13,85	470,19	419,59	436,76	2,95	3,09	3,06
Гарбий Ромитан [Garbiy Romitan]	3,90	3,41	3,19	122,97	107,41	100,59	3,43	3,61	3,08
Шимолій [Shimoliy]	14,94	21,32	25,27	471,22	672,28	796,77	2,82	3,04	2,87
Шимолій-9 отвод [Shimoly-9 branch]	7,23	11,73	16,09	228,0	369,82	507,40	3,70	3,44	3,54

Окончание табл. 1

Коллекторы [Collectors]	Среднегодовые расходы воды, м ³ /с [Average annual water consumption, m ³ /s]			Объем стока, млн/м ³ [Flow volume, mln/m ³]			Среднегодовая минерализация, г/л [Average annual mineralization, g/l]		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Халач [Khalach]	0,91	1,51	0,84	28,62	47,69	26,56	3,19	3,06	3,24
Темир йул [Temir yul]	1,05	1,08	0,45	33,27	54,21	14,04	3,77	3,42	3,29
Караун [Karaun]	2,45	3,19	2,35	77,17	100,62	74,02	4,77	5,17	5,38
Огитма [Ogitma]	1,52	2,06	0,53	47,99	64,98	16,71	2,72	2,78	2,49
Мавлийн [Mavliyon]	0,58	0,80	0,96	18,17	25,18	30,12	2,83	3,06	3,84
Парсенкул [Parsenkul]	29,92	28,01	25,01	943,69	883,17	790,65	4,24	4,56	4,53
Главный сброс [Master Reset]	15,26	13,39	15,09	481,24	422,2	475,84	4,89	5,07	5,12
Замон бобо [Zamon bobo]	14,66	14,53	18,09	462,39	458,35	570,57	3,63	4,20	3,93
Тошкудук [Toshkuduk]	3,89	4,01	4,08	122,55	126,36	128,63	4,43	4,50	4,78

Выводы

1. Согласно проведенным расчетам в пределах орошаемой зоны рассматриваемых бассейнов в год формируется 7,1–7,9 км³ коллекторно-дренажного стока с минерализацией 1,5–3,5 г/л с преобладающим хлоридно-сульфатным-магниево-натриевым составом.

2. В результате обобщения многолетних данных по минерализации и химическому составу коллекторно-дренажных вод были составлены практические рекомендации по их повторному использованию для орошения сельскохозяйственных культур на примере коллекторных вод Каршинской степи.

3. Рассмотрены технологические схемы очистки коллекторных вод с включением сооружений механической и сорбционной очистки, технические приемы по управлению коллекторно-дренажным стоком и его деминерализации.

4. Представлены возможные объемы использования коллекторных вод без смешения и при смешении с речной водой, которые помогут решить проблему дефицита водных ресурсов рассматриваемой территории.

Библиографический список / References

Разработка методики расчета и прогноза возвратных и коллекторно-дренажных вод с орошаемых территорий / Хикматов Ф.Х., Хаитов Е.К., Юнусов Г.Х. и др. // Вестник НУУз. 2017. № 3-2. С. 374–378. [Hikmatov F.Kh., Khaitov E.K., Yunusov G.Kh. et al. Development of a methodology for calculating and forecasting return and collector-drainage waters from irrigated areas. *Acta NUUz*. 2017. No. 3-2. Pp. 374–378. (In Rus.)]

Рубинова Ф.О. Изменение стока р. Амударья под влиянием водных мелиораций в ее бассейне. М., 1985. [Rubinova F.O. *Izmenenie stoka r. Amudariya pod vliyaniem vodnykh melioratsiy v ee basseyne* [Changes in the flow of the Amudarya River under the influence of water reclamation in its basin]. Moscow, 1985.]

Современная минерализация и химический состав поверхностных вод орошаемых массивов Узбекистана / Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., Рахимова М.Н., Шодиев С.Р. // Вестник мелиоративной науки. 2020. № 1. С. 64–69. [Chembarisov E.I., Khozhamuratova R.T., Rakhimova M.N., Shodiev S.R. Modern mineralization and chemical composition of surface waters of irrigated massifs in Uzbekistan. *Vestnik meliorativnoy nauki*. 2020. No. 1. Pp. 64–69. (In Rus.)]

Чембарисов Э.И. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере бассейна Аральского моря). Ташкент, 1988. [Chembarisov E.I. *Gidrokhimiya oroshaemykh territoriy (na primere basseyna Aralskogo morya)* [Hydrochemistry of irrigated territories (on the example of the Aral Sea basin)]. Tashkent, 1988.]

Шодиев С.Р., Жумаева М.Б., Чембарисов Э.И. Поверхностные воды Сурхандарьинской области Республики Узбекистан // International Polish Science Journal. 2021. № 35. Т. 2. С. 9–14. [Shodiev S.R., Zhumaeva M.B., Chembarisov E.I. Surface waters of the Surkhandarya region of the Republic of Uzbekistan. *International Polish Science Journal*. 2021. No. 35. T. 2. Pp. 9–14. (In Rus.)]

Шодиев С.Р., Чембарисов Э.И., Жумаева М.Б. Ўзбекистоннинг жанубида жойлашган сугориладиган худудлардаги дарёларнинг гидрохимёвий режими ва сувнинг кимёвий таркиби // Гидрометеорология, изменение климата и мониторинг окружающей среды: актуальные проблемы и пути их решения. Ташкент, 2021. С. 83–87. [Shodiev S.R., Chembarisov E.I., Jumaeva M.B. Hydrochemical regime of rivers and chemical composition of water in irrigated areas located in the south of Uzbekistan. *Gidrometeorologiya, izmenenie klimata i monitoring okruzhayushchey sredy: aktualnye problemy i puti ikh resheniya*. Tashkent, 2021. Pp. 83–87. (In Uzbek.)]

Якубов М.А., Якубов Х.Э., Якубов Ш.Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение. Ташкент, 2011. [Yakubov M.A., Yakubov Kh.E., Yakubov Sh.Kh. Kollektorno-drenazhnyy stok Tsentralnoy Azii i otsenka ego ispolzovaniya na oroshenie [Collector-drainage runoff of Central Asia and assessment of its use for irrigation]. Tashkent, 2011.]

Статья поступила в редакцию 24.05.2022, принята к публикации 13.06.2022
The article was received on 24.05.2022, accepted for publication 13.06.2022

Сведения об авторах / About the authors

Шодиев Санжар Рузикулович – кандидат географических наук, доцент; заведующий кафедрой «География и основы экономической науки» факультета естественных наук, Навоийский государственный педагогический институт, Республика Узбекистан

Sanzhar R. Shodiev – PhD in Geography; Head at the Department “Geography and Fundamentals of Economic Science” of the Faculty of Natural Sciences; Navoi State Pedagogical Institute, Republic of Uzbekistan

E-mail: sanjar_arab@mail.ru

Чембарисов Эльмир Исмаилович – доктор географических наук, профессор; главный научный сотрудник, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Elmir I. Chembarisov – Dr. Hab. (Geography); Chief Researcher, Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent, Republic of Uzbekistan

E-mail: echembar@mail.ru

Заявленный вклад авторов

С.Р. Шодиев – общее руководство направлением исследования, обработка данных, участие в подготовке текста статьи

Э.И. Чембарисов – анализ и интерпретация результатов обработки данных, подготовка текста статьи

Contribution of the authors

S.R. Shodiev – general management of the research direction, data processing, participation in the preparation of the text of the article

E.I. Chembarisov – analysis and interpretation of the results of data processing, preparation of the text of the article

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

All authors have read and approved the final manuscript