

ГИДРОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

HYDROLOGY AND CLIMATOLOGY

УДК 551.584.5

<https://doi.org/10.5281/zenodo.12509645>

Карандаева Л.М., Карандаев С.В.

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

**АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ РЕК
ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКОГО БАСЕЙНА БАЗОВОГО И ТЕКУЩЕГО
КЛИМАТИЧЕСКИХ ПЕРИОДОВ**

Аннотация. Выполнен статистический и сравнительный анализ средних месячных расходов воды двух климатических периодов: базового (1961-1990 гг.) и текущего (1991-2021 гг.). Информационной основой расчетов послужили ряды данных за исторический период наблюдений средних месячных расходов воды по данным гидрологических постов, расположенных на реках Чирчик-Ахангаранского бассейна. Выбрано 9 гидрологических постов с достаточно полными и длинными для проведения исследований рядами наблюдений. Как результат выполненных исследований следует отметить увеличение средних за весну расходов воды текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом. Осредненные за базовый и текущий климатические периоды средние месячные расходы воды, по данным рассматриваемых гидрологических постов, достигают своего наибольшего значения вне зависимости от климатического периода в апреле: р. Ахангаран (с. Солдатское), р. Акташсай (к. Акташ); в мае: р. Янгикурган (к. Янгикурган), р. Ахангаран (устье реки Ирташ), р. Угам (с. Ходжикент), р. Чимгансай (к. Чимган); в июне: р. Майдантал (гп. Устье), р. Пскем (с. Муллала) и р. Чаткал (выше устья реки Худайдодсай).

Ключевые слова: Чирчик-Ахангаранский речной бассейн, гидрологический пост, средние месячные расходы воды, базовый климатический период, текущий климатический период.

Karandaeva L.M., Karandaev S.V.

Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

**ANALYSIS AND COMPARISON OF AVERAGE MONTHLY WATER FLOW OF
THE RIVERS OF THE CHIRCHIK-AKHANGARAN BASIN OF THE BASE AND
CURRENT CLIMATE PERIODS**

Abstract. A statistical and comparative analysis of average monthly water flows of two climatic periods was carried out: base (1961-1990) and current (1991-2021). The information basis for the calculations was data series for the historical period of observations of average monthly water flows according to hydrological posts located on the rivers of the Chirchik-Akhangaran river basin. Nine hydrological stations with observation series that were sufficiently complete and long enough to conduct research were selected. As a result of the research, it should be noted that the average spring water flow rate of the current climate period increased compared to the base period. Averaged over the base and current climatic periods, the average monthly water flows according to the data of the considered hydrological posts reach their highest value, regardless of the climatic period, in April: r. Akhangaran (Soldatskoe village), r. Aktashsay (k. Aktash); in May: r. Yangikurgan (k. Yangikurgan), r. Akhangaran (mouth of the Irtash River), r. Ugam (Khodz hikent village), r. Chimgansay (k. Chimgan); in June: r. Maydantal (hydrological post Ustye), r. Pskem (Mullala village) and r. Chatkal (above the mouth of the Khudaydodsay River).

Key words: Chirchik-Akhangaran river basin, hydrological post, average monthly water flows, base climatic period, current climatic period.

Введение и постановка проблемы. Изменение климата, проявляющееся в изменении количества и режима выпадения осадков, в таянии ледников, в повышении температуры воздуха, приводит к изменению стока рек. Национальные экономики стран, расположенных на территории Средней Азии, во многом зависят от водных ресурсов региона. Для Республики Узбекистан при высоком агрометеорологическом потенциале территории особенно важным компонентом являются водные ресурсы. Сельское хозяйство является одним из приоритетных секторов экономики Узбекистана и играет ключевую роль в занятости населения. Особенностью сельского хозяйства является чрезвычайно высокая зависимость от искусственного орошения. Орошаемое земледелие потребляет порядка 90% от общего объема воды, используемой в Республике Узбекистан.

В связи с вышесказанным, в условиях изменения климата наблюдения за гидрологическими характеристиками рек приобретают особую актуальность и важность. Эти изменения оказывают воздействие на сезонные особенности распределения стока рек. Изучение и анализ тенденций изменения расходов воды в реках представляют интерес с точки зрения гидрологии, климатологии, а также водохозяйственной деятельности. Изменения водного режима рек необходимо учитывать при разработке водохозяйственных планов и мероприятий, направленных на снижение негативного влияния соответствующих явлений на экономику и население.

Изученность проблемы. Многие ученые посвящали свои научные исследования вопросам изучения [5, 6, 7, 9-15 и др.], моделирования [2, 4 и др.] и прогнозирования [1, 3, 8 и др.] стока рек. Изучению водных ресурсов Средней Азии, в частности, Узбекистана, всегда уделялось значительное внимание. Фундаментальными трудами при этом явились монография «Реки Средней Азии» В.Л. Шульца [14] и монография «Гидрологическая характеристика верхней части бассейна Амударьи» [15], написанная коллективом авторов под его руководством. В.Е. Чуб в своей монографии [11] приводит подробную характеристику водных ресурсов речных бассейнов основных рек Республики Узбекистан. Ю.М. Иванов в работе [7] приводит оценки водных ресурсов бассейна реки Чирчик. В работе [6] изложена история гидрологических исследований в Узбекистане.

В монографии Ф.Х. Хикматова [9] описываются закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. Молодые ученые свои диссертационные работы посвящают: изучению смещения фаз водного режима рек бассейна Зеравшана в условиях изменения климата [5], оценке роли климатических факторов в формировании водных ресурсов рек бассейна Зеравшана [10], изменению гидрологического режима реки Зеравшан под влиянием антропогенных факторов [12].

Объектом исследований данной работы выбран Чирчик-Ахангаранский речной бассейн. Предмет исследования – средние месячные расходы воды по данным гидрологических постов, расположенных на реках Чирчик-Ахангаранского речного бассейна.

Цель и задачи исследования. Целью исследования данной работы является выявление тенденций изменения во времени средних месячных расходов воды двух климатических периодов: базового (1961-1990 гг.) и текущего (1991-2021 гг.) по данным гидрологических постов, расположенных на реках Чирчик-Ахангаранского речного бассейна. Для достижения цели исследования поставлены следующие задачи:

- сформировать архив многолетних данных средних месячных расходов воды по данным гидрологических постов, расположенных на реках Чирчик-Ахангаранского речного бассейна;
- выполнить статистический анализ и анализ линейных трендов временных рядов средних месячных расходов воды двух климатических периодов;
- выявить тенденции изменения во времени средних месячных расходов воды.

Материалы и методы. В качестве исходной информации для проведения исследований послужили ряды данных средних месячных расходов воды за исторический период наблюдений по данным гидрологических постов, расположенных

на реках Чирчик-Ахангаранского речного бассейна. Для проведения исследований, как показано в таблице 1, выбраны 9 гидрологических постов с достаточно длинными и полными многолетними рядами наблюдений.

Таблица 1

Сведения о гидрологических постах, расположенных на реках
Чирчик-Ахангаранского речного бассейна

№	Река (пост)	Период лет наблюдения
1	р. Акташсай (курорт Акташ)	1947-2021
2	р. Ахангаран (село Солдатское)	1964-2021
3	р. Ахангаран (устье реки Ирташ)	1970-2021
4	р. Майдантал (гп. Устье)	1935-2021
5	р. Пскем (село Муллала)	1932-2021
6	р. Угам (село Ходжикент)	1932-2021
7	р. Чаткал (выше устья реки Худайдодсай)	1932-2021
8	р. Чимгансай (курорт Чимган)	1963-2021
9	р. Янгикурган (кишлак Янгикурган)	1971-2021

Таблица составлена авторами.

Методы исследований – математико-статистические методы. Построение графиков и статистическая обработка данных выполнены при помощи пакета программного обеспечения MS EXCEL.

Результаты и их обсуждение. Анализ изменения средних месячных расходов воды выполнен на основе рассчитанных линейных трендов в рядах наблюдений. Для получения оценок современного изменения стока рек расчеты трендов выполнены для базового и текущего климатических периодов. Ниже, в качестве примера, представлен график межгодового хода средних годовых расходов воды по данным р. Майдантал (гп. Устье) (см. рис. 1). В таблице 2 приведены линейные тренды расходов воды двух климатических периодов по данным выбранных гидрологических постов.

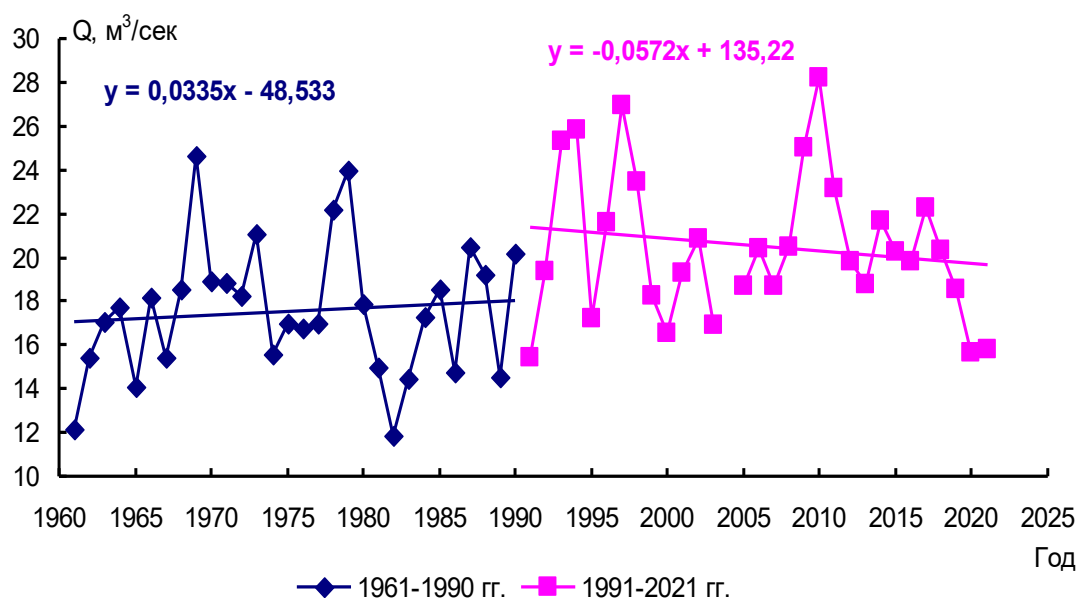


Рис. 1. Многолетняя динамика средних годовых расходов воды р. Майдантал (гп. Устье) двух климатических периодов: базового и текущего
Рисунок составлен авторами.

Таблица 2

Линейные тренды расходов воды двух климатических периодов, (м³/сек)/год

Река (пост)	Период	Год	Весна	Лето	Май-сентябрь
р. Акташсай (к. Акташ)	1961-1990	-0,0032	-0,0059	-0,0038	-0,0037
	1991-2021	-0,0053	-0,0120	-0,0050	-0,0061
р. Ахангаран (с. Солдатское)	1964-1990	0,0886	0,3224	-0,2296	-0,1515
	1991-2021	-0,4960	-1,3723	-0,5140	-0,7872
р. Ахангаран (у. р. Ирташ)	1970-1990	-0,0303	-0,4252	0,2651	-0,0197
	1991-2021	-0,1745	-0,1166	-0,4961	-0,3892
р. Майдантал (гп. Устье)	1961-1990	0,0335	0,0351	0,1243	0,0971
	1991-2021	-0,0572	0,2117	-0,3510	-0,1906
р. Пскем (с. Муллала)	1961-1990	-0,3430	-0,4719	-0,2953	-0,3007
	1991-2021	-0,5890	-0,0314	-1,7708	-1,2429
р. Угам (с. Ходжикент)	1961-1990	0,0281	0,0763	0,0169	0,0793
	1991-2021	-0,2077	-0,2214	-0,3634	-0,3549
р. Чаткал (в. у. р. Худайодсай)	1961-1990	-0,5361	-0,3954	-1,1001	-0,7988
	1991-2021	0,4584	1,7047	-0,4524	0,2316
р. Чимгансай (к. Чимган)	1961-1990	0,0031	0,0069	0,0005	0,0018
	1991-2021	-0,0009	-0,0074	-0,0063	-0,0077
Янгикурган (к. Янгикурган)	1971-1990	0,0032	0,0051	0,0046	0,0058
	1991-2021	-0,0111	-0,0196	-0,0157	-0,0154

Таблица составлена авторами.

Как показал проведенный анализ, в текущем климатическом периоде, по данным р. Чаткал (в.у.р. Худайодсай), наблюдается тенденция роста средних расходов воды за год, за весну и за теплый период (май-сентябрь). По данным р. Майдантал (гп. Устье) наблюдается тенденция роста только средних за весну расходов воды. По данным остальных рассматриваемых гидрологических постов в текущем климатическом периоде наблюдается тенденция уменьшения средних расходов воды за год, за весну, за лето и за теплый период (май-сентябрь).

Как пример, статистические характеристики средних месячных расходов воды базового и текущего климатических периодов по данным р. Майдантал (гп. Устье) приведены в таблице 3.

Таблица 3

Статистические характеристики средних месячных расходов воды базового и текущего климатических периодов по данным р. Майдантал (гп. Устье)

Месяцы	1961-1990 г.г. (базовый период)			1991-2021 г.г. (текущий период)		
	Миним.	Средние	Максим.	Миним.	Средние	Максим.
Январь	3,19	4,72	7,90	3,49	5,86	12,60
Февраль	2,50	4,25	8,59	3,32	5,26	8,90
Март	2,99	4,30	6,78	3,34	5,68	9,82
Апрель	5,85	10,51	15,60	7,60	14,47	27,80
Май	16,70	27,43	38,60	18,90	37,16	70,50
Июнь	22,60	50,91	77,60	35,80	60,03	86,90
Июль	22,20	45,29	73,80	26,50	49,08	81,50
Август	19,50	29,27	43,50	19,10	29,12	41,60
Сентябрь	9,83	14,24	23,50	8,96	15,83	27,80
Октябрь	5,44	8,13	14,90	4,47	9,51	14,40
Ноябрь	4,45	6,38	11,80	3,21	7,34	10,90
Декабрь	3,99	5,45	8,14	2,72	6,29	9,98
Год	11,89	17,57	24,63	13,11	20,44	28,18
Октябрь-апрель (холодный период)	4,79	6,24	9,29	5,04	7,79	11,92

Продолжение табл. 3

Май-сентябрь (теплый период)	20,04	33,43	47,72	23,36	38,21	53,50
Зима	3,40	4,80	8,05	3,37	5,81	9,89
Весна	9,55	14,08	18,89	10,54	19,02	36,02
Лето	22,13	41,82	62,90	27,87	46,08	66,67
Осень	7,45	9,58	16,73	5,55	10,90	16,03

В базовом климатическом периоде максимальные средние годовые расходы воды на реках: Ахангаран (с. Солдатское), Ахангаран (у.р. Ирташ), Чимгансай (к. Чимган) наблюдались в 1979 г.; на р. Янгикурган (к. Янгикурган) – в 1987 г., а на остальных 5 реках из таблицы 1 в – 1969 г. Минимальные средние годовые расходы воды на реках: Ахангаран (с. Солдатское), Янгикурган (к. Янгикурган), Ахангаран (у.р. Ирташ), Угам (с. Ходжикент) наблюдались в 1974 г., на реках: Майдантал (гп. Устье), Пскем (с. Муллала), Чаткал (в.у.р. Худайдодсай) – в 1982 г., а на р. Акташсай (к. Акташ) и р. Чимгансай (к. Чимган) – в 1986 г. и в 1965 г. соответственно.

В текущем климатическом периоде максимальные средние годовые расходы воды на реках: Ахангаран (с. Солдатское), Чимгансай (к. Чимган) наблюдались в 1993 г.; на реках: Янгикурган (к. Янгикурган), Ахангаран (у.р. Ирташ) – в 1994 г.; на реках: Угам (с. Ходжикент), Чаткал (в.у.р. Худайдодсай) – в 2017 г.; на р. Майдантал (гп. Устье) – в 2010 г.; на р. Акташсай (к. Акташ) и р. Пскем (с. Муллала) – в 2005 г. и 2002 г. соответственно. Минимальные средние годовые расходы воды на реках Ахангаран (с. Солдатское), Угам (с. Ходжикент), Чаткал (в.у.р. Худайдодсай) наблюдались в 2021 г.; на реках: Ахангаран (у.р. Ирташ), Чимгансай (к. Чимган) – в 2011 г.; на р. Янгикурган (к. Янгикурган) – в 2008 г., на р. Акташсай (к. Акташ) – в 2018 г., на р. Майдантал (гп. Устье) и на р. Пскем (с. Муллала) – в 2020 г.

За текущий климатический период средний годовой сток от стока базового периода составил:

- р. Акташсай (к. Акташ) 105% ($0,382 \text{ м}^3/\text{с}$ от $0,365 \text{ м}^3/\text{с}$);
- р. Ахангаран (с. Солдатское) 118% ($31,22 \text{ м}^3/\text{с}$ от $26,37 \text{ м}^3/\text{с}$);
- р. Ахангаран (у.р. Ирташ) 118% ($21,39 \text{ м}^3/\text{с}$ от $18,08 \text{ м}^3/\text{с}$);
- р. Майдантал (гп. Устье) 116% ($20,44 \text{ м}^3/\text{с}$ от $17,57 \text{ м}^3/\text{с}$);
- р. Пскем (с. Муллала) 93% ($72,49 \text{ м}^3/\text{с}$ от $78,01 \text{ м}^3/\text{с}$);
- р. Угам (с. Ходжикент) 113% ($24,04 \text{ м}^3/\text{с}$ от $21,07 \text{ м}^3/\text{с}$);
- р. Чаткал (выше у.р. Худайдодсай) 116% ($121,01 \text{ м}^3/\text{с}$ от $104,69 \text{ м}^3/\text{с}$);
- р. Чимгансай (к. Чимган) 119% ($0,319 \text{ м}^3/\text{с}$ от $0,269 \text{ м}^3/\text{с}$);
- р. Янгикурган (к. Янгикурган) 99% ($0,628 \text{ м}^3/\text{с}$ от $0,637 \text{ м}^3/\text{с}$).

Из вышеприведенного следует, что средний годовой сток текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом в основном увеличился. Только на р. Пскем (с. Муллала) уменьшился на 7%, а на р. Янгикурган (к. Янгикурган) почти не изменился.

Ниже (см. рис. 2) представлен график разностей средних месячных и годовых расходов воды за 1991-2021 гг. относительно средних месячных расходов воды за 1961-1990 гг.

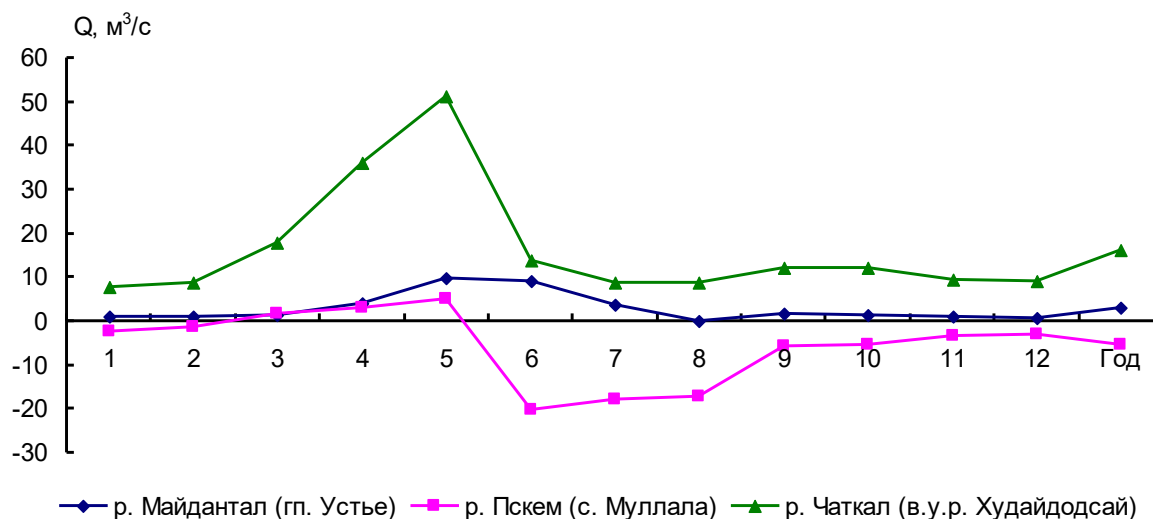


Рис. 2. Разность средних месячных расходов воды за 1991-2021 гг. относительно климатической нормы

Рисунок составлен авторами.

Как видно из приведенных графиков и графиков, полученных по данным гидрологических постов, рассматриваемых в данной статье, в текущем климатическом периоде по сравнению с базовым периодом наблюдается:

- увеличение средних месячных расходов воды на р. Майдантал (гп. Устье), особенно в весенне-летние месяцы с апреля по июль;
- увеличение средних месячных расходов воды на р. Пскем (с. Муллала) в весенние месяцы: март, апрель, май;
- уменьшение средних месячных расходов воды на р. Пскем (с. Муллала) осенью, зимой и летом, особенно в летние месяцы: июнь, июль, август;
- увеличение средних месячных расходов воды на реках: Чаткал (выше у.р. Худайдодсай), Угам (с. Ходжикент), Ахангаран (у.р. Ирташ) не только в весенние и летние месяцы (особенно в марте, апреле, мае, июне), но и в зимние, и осенние месяцы;
- уменьшение средних месячных расходов воды на р. Ахангаран (с. Солдатское) в сентябре и октябре;
- уменьшение средних месячных расходов воды на р. Акташсай (к. Акташ) с апреля по август и в октябре;
- уменьшение средних месячных расходов воды на р. Чимгансай (к. Чимган), начиная с апреля по июль включительно;
- уменьшение средних месячных расходов воды на р. Янгикурган (к. Янгикурган) в апреле и в летне-осенний период с июня по октябрь.

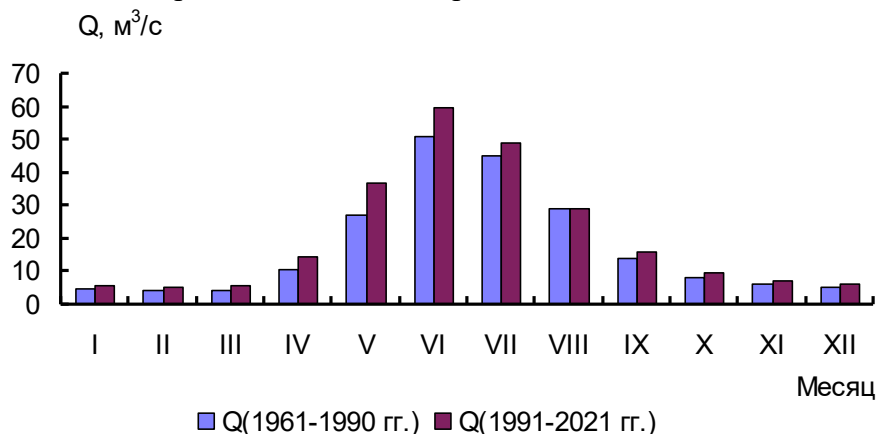


Рис. 3. Средние месячные расходы воды р. Майдантал (гп. Устье) двух климатических периодов: базового и текущего

Рисунок составлен авторами.

Внутригодовое изменение осредненных за базовый и текущий климатические периоды средних месячных расходов воды по данным р. Майдантал (гп. Устье) представлено на рисунке 3.

Можно сказать, что средние месячные расходы воды по данным р. Майдантал (гп. Устье) достигают своего наибольшего значения в июне вне зависимости от климатического периода. Аналогично в июне достигают наибольшего значения средние месячные расходы воды р. Пскем (с. Муллала) и р. Чаткал (в.у.р. Худайодсай). В мае наибольшего значения достигают средние месячные расходы воды по данным р. Янгикурган (к. Янгикурган), р. Ахангаран (у.р. Ирташ), р. Угам (с. Ходжикент), р. Чимгансай (к. Чимган), в апреле – р. Ахангаран (с. Солдатское), р. Акташсай (к. Акташ). Как выяснилось, осредненные за базовый и текущий климатические периоды средние месячные расходы воды достигают своего наибольшего значения в одни и те же месяцы, а именно, или в апреле, или в мае, или в июне в зависимости от расположения гидрологических постов, но вне зависимости от климатического периода.

Внутригодовое распределение средних месячных расходов воды в маловодные, средние по водности и многоводные годы представлено на рисунках 4-9.

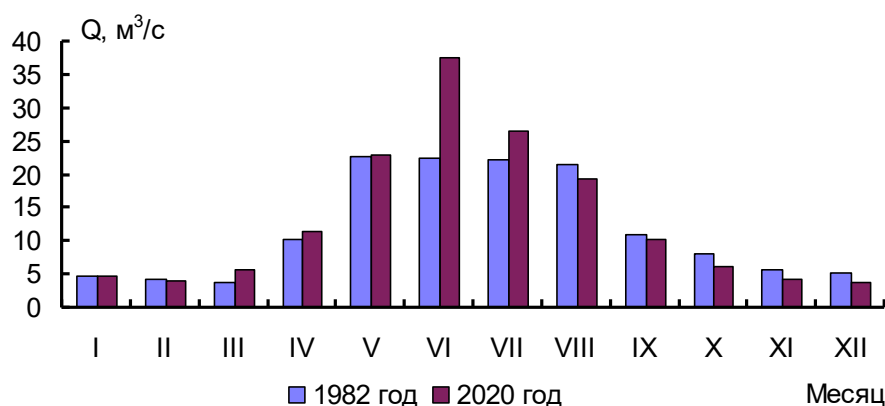


Рис. 4. Внутригодовое распределение средних месячных расходов воды р. Майдантал (гп. Устье) в маловодные годы двух климатических периодов: базового и текущего
Рисунок составлен авторами.

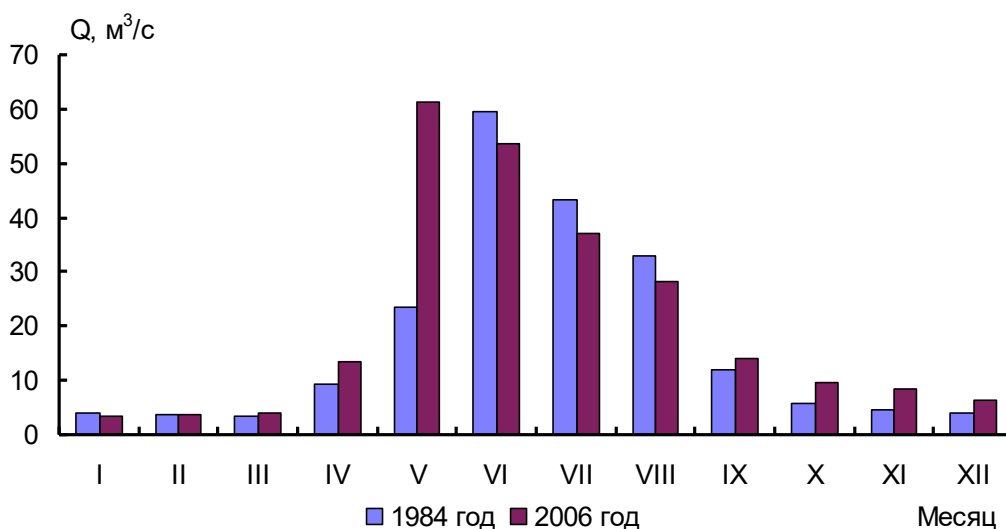


Рис. 5. Внутригодовое распределение средних месячных расходов воды р. Майдантал (гп. Устье) в средние по водности годы двух климатических периодов: базового и текущего

Рисунок составлен авторами.

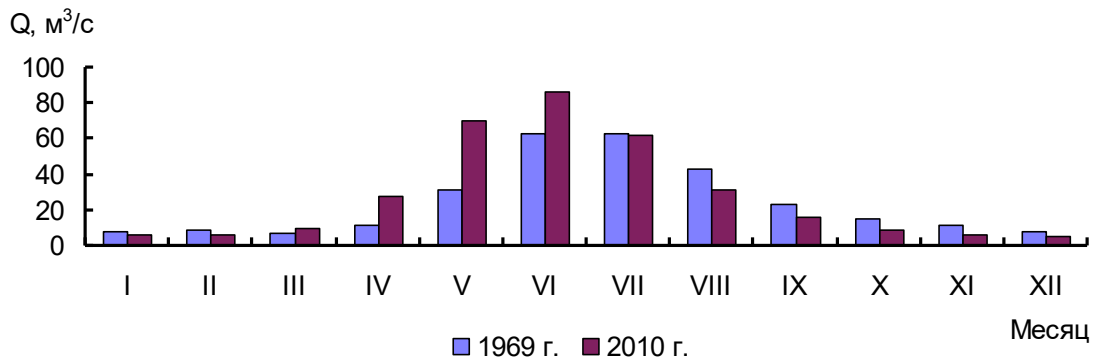


Рис. 6. Внутригодное распределение средних месячных расходов воды р. Майдантал (гп. Устье) в многоводные годы двух климатических периодов: базового и текущего
Рисунок составлен авторами.

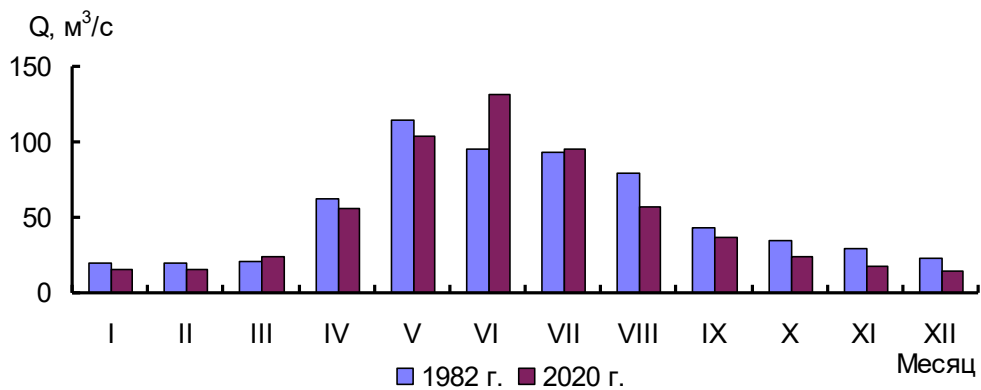


Рис. 7. Внутригодное распределение средних месячных расходов воды р. Пскем (с. Муллала) в маловодные годы двух климатических периодов: базового и текущего
Рисунок составлен авторами.

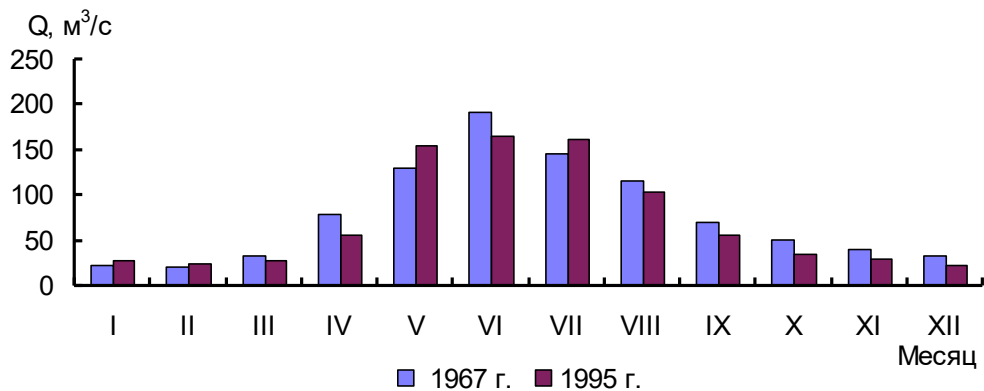


Рис. 8. Внутригодное распределение средних месячных расходов воды р. Пскем (с. Муллала) в средние по водности годы двух климатических периодов: базового и текущего

Рисунок составлен авторами.

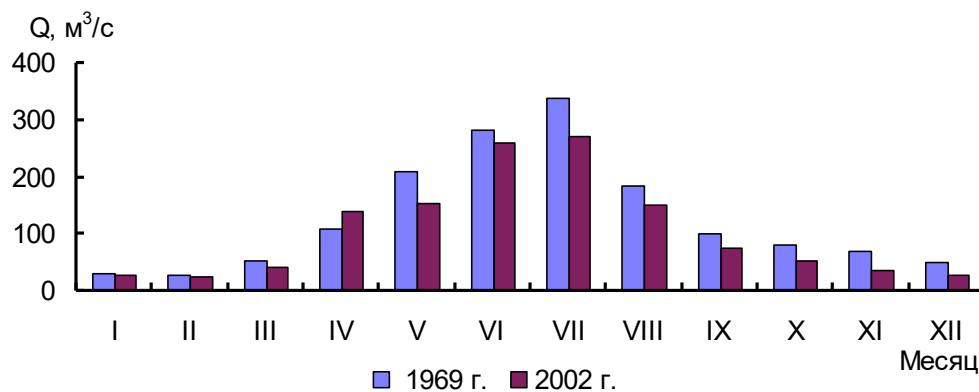


Рис. 9. Внутригодовое распределение средних месячных расходов воды р. Пскем (с. Муллала) в многоводные годы двух климатических периодов: базового и текущего

Рисунок составлен авторами.

В результате анализа графиков, представленных на рисунках 4-9 и аналогичных графиков, построенных по данным о расходах воды на гидрологических постах, рассматриваемых в данной статье получено:

1. В маловодные годы максимальные расходы воды текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом наблюдаются на:

– р. Ахангаран (с. Солдатское) в марте, р. Янгикурган (к. Янгикурган) в апреле, р. Ахангаран (у.р. Ирташ) в апреле, р. Акташсай (к. Акташ) в марте, р. Чимгансай (к. Чимган) в феврале, т.е. раньше на 5 месяцев, 1 месяц, 1 месяц, 1 месяц, 3 месяца соответственно;

– р. Майдантал (гп. Устье) (см. рис. 4), р. Пскем (с. Муллала) в июне (см. рис. 7), т. е. позже на 1 месяц;

– р. Угам (с. Ходжикент), р. Чаткал (в.у.р. Худайдодсай) в одни и те же месяцы, а именно в мае.

2. В средние по водности годы максимальные расходы воды текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом наблюдаются на:

– р. Ахангаран (с. Солдатское) в апреле, р. Майдантал (гп. Устье) в мае (см. рис. 5), р. Угам (с. Ходжикент) в апреле, р. Чимгансай (к. Чимган) в апреле, р. Чаткал (в.у.р. Худайдодсай) в мае, т. е. на 1 месяц раньше;

– р. Янгикурган (к. Янгикурган) в мае, т.е. на 1 месяц позже;

– р. Акташсай (к. Акташ), р. Ахангаран (у.р. Ирташ), р. Пскем (с. Муллала) (см. рис. 8) в одни и те же месяцы в апреле, в мае и в июне соответственно.

3. В многоводные годы максимальные расходы воды текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом наблюдаются на:

– р. Ахангаран (с. Солдатское) в мае, р. Угам (с. Ходжикент) в августе, р. Чимгансай (к. Чимган) в мае, т.е. позже на 1 месяц, на 4 месяца, на 1 месяц соответственно.

– р. Акташсай (к. Акташ) в марте, р. Майдантал (гп. Устье) в июне (см. рис. 6), р. Чаткал (в.у.р. Худайдодсай) в мае, т.е. на 1 месяц раньше;

– Янгикурган (к. Янгикурган) в мае, р. Ахангаран (у.р. Ирташ) в мае, р. Пскем (с. Муллала) в июле (см. рис. 9), т.е. в одни и те же месяцы.

Итак, по данным рассматриваемых гидрологических постов, максимальные расходы воды вне зависимости от водности года наблюдаются преимущественно в мае в обоих климатических периодах (базовый климатический период 13 случаев из 27, текущий климатический период 11 случаев из 27).

Средние многолетние расходы воды за год, за весну, за лето, за май-сентябрь в текущем климатическом периоде по сравнению с базовым периодом по данным р. Ахангаран (с. Солдатское), р. Ахангаран (у.р. Ирташ), р. Майдантал (гп. Устье), р. Угам

(с. Ходжикент), р. Чаткал (в.у.р. Худайдодсай), увеличились (см. табл. 4). По данным р. Пскем (с. Муллала), р. Янгикурган (к. Янгикурган) наблюдается увеличение только средних за весну расходов воды. По данным р. Акташсай (к. Акташ), р. Чимгансай (к. Чимган) происходит увеличение средних за год и за весну расходов воды.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что по данным всех рассматриваемых гидрологических постов наблюдается увеличение средних за весну расходов воды текущего климатического периода по сравнению с базовым.

Таблица 4

Средние многолетние расходы воды двух климатических периодов, (м³/сек)

Река (пост)	Период	Год	Весна	Лето	Май-сентябрь
р. Акташсай (курорт Акташ)	1961-1990	0,36	0,85	0,22	0,29
	1991-2021	0,38	0,87	0,21	0,28
	Разность	0,02	0,02	-0,01	-0,01
р. Ахангаран (с. Солдатское)	1964-1990	26,4	55,4	15,1	22,8
	1991-2021	31,2	61,8	18,1	24,7
	Разность	4,8	6,4	3,0	1,9
р. Ахангаран (у. р. Ирташ)	1970-1990	18,1	43,7	19,6	25,5
	1991-2021	21,4	52,2	23,5	30,1
	Разность	3,3	8,5	3,9	4,6
р. Майдантал (гп. Устье)	1961-1990	17,6	14,1	41,8	33,4
	1991-2021	20,4	19,0	46,1	38,2
	Разность	2,8	4,9	4,3	4,8
р. Пскем (гп. Муллала)	1961-1990	78,0	77,0	164,7	121,5
	1991-2021	72,5	80,3	146,3	111,4
	Разность	-5,5	3,3	-18,4	-10,1
р. Угам (село Ходжикент)	1961-1990	21,3	37,2	29,6	29,4
	1991-2021	24,0	44,7	31,8	33,0
	Разность	2,7	7,5	2,2	3,6
р. Чаткал (выше устья реки Худайдодсай)	1961-1990	104,7	131,8	201,6	179,2
	1991-2021	121,0	166,8	212,0	198,2
	Разность	16,3	35,0	10,4	19,0
р. Чимгансай (курорт Чимган)	1964-1990	0,269	0,463	0,324	0,352
	1991-2021	0,319	0,464	0,316	0,338
	Разность	0,050	0,001	-0,008	-0,014
р. Янгикурган (к. Янгикурган)	1971-1990	0,637	1,152	0,769	0,829
	1991-2021	0,628	1,216	0,656	0,746
	Разность	-0,009	0,064	-0,1113	-0,083

Таблица составлена авторами.

Экстремальные расходы воды двух климатических периодов за год, весну, лето, май-сентябрь приведены в таблице 5. Как видно в текущем климатическом периоде по сравнению с базовым:

- р. Акташсай (к. Акташ) – уменьшились максимальные расходы воды за год, лето, май-сентябрь;
- р. Ахангаран (с. Солдатское) – уменьшились и минимальные, и максимальные расходы воды за лето;
- р. Пскем (с. Муллала) – уменьшились минимальные расходы воды за год, май-сентябрь, а также максимальные за год, весну, лето, май-сентябрь;
- р. Чаткал (в.у.р. Худайдодсай) – уменьшились максимальные расходы воды за год, лето, май-сентябрь;
- р. Чимгансай (к. Чимган) – уменьшились максимальные расходы воды за год и за лето;
- р. Янгикурган (к. Янгикурган) – уменьшились и максимальные расходы воды за лето, за май-сентябрь, и минимальные расходы воды за год, весну, лето, май-сентябрь.

Таблица 5

Экстремальные расходы воды (м³/сек)

Река (пост)	Расходы воды	Период	Год	Весна	Лето	Май-сентябрь
р. Акташсай (к. Акташ)	Минимальные	1961-1990	0,14	0,24	0,05	0,07
		1991-2021	0,16	0,31	0,05	0,07
	Разность		0,02	0,07	0,0	0,0
	Максимальные	1961-1990	0,82	1,96	0,62	0,80
		1991-2021	0,71	2,05	0,39	0,50
Разность		-0,11	0,09	-0,23	-0,30	
р. Ахангаран (с. Солдатское)	Минимальные	1964-1990	5,1	3,0	1,8	1,8
		1991-2021	6,5	5,6	1,6	2,1
	Разность		1,4	2,6	-0,2	0,3
	Максимальные	1964-1990	52,6	141,6	64,7	57,2
		1991-2021	63,4	142,6	48,4	71,2
Разность		10,8	1,0	-16,3	14,0	
р. Ахангаран (у.р. Ирташ)	Минимальные	1970-1990	9,3	22,2	5,6	10,7
		1991-2021	11,6	30,4	7,0	11,4
	Разность		2,3	8,2	1,4	0,7
	Максимальные	1970-1990	30,2	70,6	39,8	45,4
		1991-2021	35,6	84,0	40,3	51,5
Разность		5,4	13,4	0,5	6,1	
р. Майдантал (гп. Устье)	Минимальные	1961-1990	11,9	9,6	22,1	20,0
		1991-2021	13,1	10,5	27,9	23,4
	Разность		1,2	0,9	5,1	3,4
	Максимальные	1961-1990	24,6	18,9	62,9	47,7
		1991-2021	28,2	36,0	66,7	53,5
Разность		3,6	17,1	3,8	5,8	
р. Пскем (с. Муллала)	Минимальные	1961-1990	53,3	45,9	89,5	85,4
		1991-2021	49,7	50,3	91,8	85,3
	Разность		-3,6	4,4	2,3	-0,1
	Максимальные	1961-1990	128,0	124,0	268,3	223,2
		1991-2021	105,4	113,0	227,7	188,3
Разность		-22,6	-11,0	-40,6	-34,9	
р. Угам (с. Ходжикент)	Минимальные	1961-1990	14,3	21,4	16,7	18,1
		1991-2021	14,3	27,6	16,2	18,3
	Разность		0,0	6,2	-0,5	0,2
	Максимальные	1961-1990	35,3	56,2	58,7	43,1
		1991-2021	36,9	68,7	65,3	56,5
Разность		1,6	12,5	6,6	13,4	
р. Чаткал (в.у.р. Худайдодсай)	Минимальные	1961-1990	61,9	70,5	85,0	89,8
		1991-2021	78,0	88,9	113,6	123,6
	Разность		16,1	18,4	28,6	33,8
	Максимальные	1961-1990	229,0	288,4	483,0	428,8
		1991-2021	203,9	297,7	359,7	352,8
Разность		-25,1	9,3	-123,3	-76,0	
р. Чимгансай (к. Чимган)	Минимальные	1961-1990	0,089	0,089	0,107	0,104
		1991-2021	0,194	0,180	0,115	0,126
	Разность		0,105	0,091	0,008	0,022
	Максимальные	1961-1990	0,538	1,143	0,590	0,652
		1991-2021	0,517	1,005	0,737	0,802
Разность		-0,021	-0,138	0,147	0,15	
р. Янгикурган (к. Янгикурган)	Минимальные	1971-1990	0,310	0,553	0,287	0,356
		1991-2021	0,173	0,277	0,083	0,110
	Разность		-0,137	-0,276	-0,204	-0,246

	Максимальные	1971-1990	1,131	2,170	1,650	1,632
		1991-2021	1,137	2,237	1,483	1,548
		Разность	0,006	0,067	-0,167	-0,084

Таблица составлена авторами.

Итак, по данным шести гидрологических постов на реках: Акташ (к. Акташ), Ахангаран (с. Солдатское), Пскем (с. Муллала), Чаткал (в.у.р. Худайдодсай), Чимгансай (к. Чимган), Янгикурган (к. Янгикурган), летом наблюдается уменьшение максимальных расходов воды текущего климатического периода по сравнению с базовым климатическим периодом.

Выводы. Данная работа посвящена выявлению тенденций изменения во времени средних месячных расходов воды по данным 9 гидрологических постов, расположенных на реках Чирчик-Ахангаранского бассейна.

Как результат выполненных исследований следует отметить увеличение средних за весну расходов воды текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом. Однако, тенденция роста средних за весну расходов воды текущего климатического периода по сравнению с базовым наблюдается только на р. Чаткал (выше устья реки Худайдодсай) и на р. Майдантал (гп. Устье).

Средний годовой сток, по данным рассматриваемых гидрологических постов, текущего климатического периода по сравнению с базовым периодом в основном увеличился. Однако, на р. Пскем (с. Муллала) уменьшился на 7%, а на р. Янгикурган (к. Янгикурган) почти не изменился.

По данным шести гидрологических постов на реках: Акташ (к. Акташ), Ахангаран (с. Солдатское), р. Пскем (с. Муллала), р. Чаткал (в.у.р. Худайдодсай), р. Чимгансай (к. Чимган), р. Янгикурган (к. Янгикурган), летом наблюдается уменьшение максимальных расходов воды текущего климатического периода по сравнению с базовым климатическим периодом.

Максимальные расходы воды вне зависимости от водности года и климатического периода наблюдаются в основном в мае.

Осредненные за базовый и текущий климатические периоды средние месячные расходы воды достигают своего наибольшего значения в одни и те же месяцы, а именно или в апреле, или в мае, или в июне в зависимости от расположения гидрологических постов, но вне зависимости от климатического периода.

Использованная литература:

1. Агальцева Н.А., Пак А.В. Автоматизированные долгосрочные прогнозы стока горных рек Средней Азии // Вопросы кибернетики. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. 1994. Вып. 150. С. 112-123.
2. Боровикова Л.Н., Денисов Ю.М., Трофимова Е.Б., Шенцис И.Д. Математическое моделирование процесса стока горных рек // Труды САНИГМИ. 1972. Вып. 81 (76). 152 с.
3. Денисов Ю.М., Агальцева Н.А., Пак А.В. Автоматизированные методы прогноза стока горных рек Средней Азии. Ташкент: САНИГМИ, 2000. 160 с.
4. Денисов Ю.М., Агальцева Н.А., Пак А.В. Усовершенствованный подход к построению математической модели формирования стока горных рек // Инновация-2008. Материалы Международной научно-практической конференции. Ташкент, 2008. С. 313-314.
5. Зияев Р.Р. Смещение фаз водного режима рек бассейна Зеравшана в условиях изменения климата: автореферат диссертации доктора философии (PhD) по геогр. наукам. Ташкент, 2021. 46 с.
6. Иванов Ю.Н. Очерк развития гидрологических исследований в Узбекистане // Труды САНИГМИ. 1976. Вып. 39 (120). С. 77-94.
7. Иванов Ю.Н. Водные ресурсы бассейна реки Чирчик // Труды НИГМИ. 2007. Вып. 8 (253). С. 64-84.
8. Карандаева Л.М. Оценки стока реки Вахш на отдельные месяцы вегетационного периода // Труды НИГМИ. 2007. Вып. 8 (253). С. 38-47.

9. Хикматов Ф.Х. Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. Ташкент, 2020. 228 с.
10. Хайдаров С.А. Оценка роли климатических факторов в формировании водных ресурсов рек бассейна Зеравшана: автореферат диссертации доктора философии (PhD) по геогр. наукам. Ташкент, 2018. 42 с.
11. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент: НИГМИ, 2007. 132 с.
12. Ширинбоев Д.Н. Изменение гидрологического режима реки Зеравшан под влиянием антропогенных факторов: автореферат диссертации доктора философии (PhD) по геогр. наукам: 11.00.03. Ташкент, 2021. 45 с.
13. Шульц В.Л. К истории гидрологических исследований в Средней Азии // Труды ТашГУ. 1964. Вып. 269. С. 3-32.
14. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Ленинград: Гидрометеоздат, 1965. 564 с.
15. Шульц В.Л., Шалатова Л.И., Лукина Н.К., Видинеева Е.М. Гидрологическая характеристика верхней части бассейна Амударьи. Ташкент: Фан, 1975. 122 с.

References:

1. Agaltseva N.A., Pak A.V. (1994), Automated long-term forecasts of mountain river flow in Central Asia, *Questions of cybernetics. Automated process control systems*, vol. 150, pp. 112-123. (In Russ.).
2. Borovikova L.N., Denisov Yu.M., Trofimova E.B., Shentsis I.D. (1972), Mathematical modeling of the process of mountain river flow, *Proceedings of SARNIGMI*, vol. 81(76), 152 p. (In Russ.).
3. Denisov Yu.M., Agaltseva N.A., Pak A.V. (2000), Automated methods for forecasting the flow of mountain rivers in Central Asia, Tashkent, 160 p. (In Russ.).
4. Denisov Yu.M., Agaltseva N.A., Pak A.V. (2008), An improved approach to constructing a mathematical model for the formation of mountain river runoff, *Innovation-2008, International Scientific and Practical Conference*, Tashkent, pp. 313-314. (In Russ.).
5. Ziyaev R.R. (2021), *Shift of phases of the water regime of the rivers of the Zeravshan basin under conditions of climate change: abstract of diss. of Doctor of Philosophy (PhD) in geogr. sciences*. Tashkent, 46 p. (In Russ.).
6. Ivanov Yu.N. (1976), Essay on the development of hydrological research in Uzbekistan, *Proceedings of SARNIGMI*, vol. 39 (120), pp. 77-94. (In Russ.).
7. Ivanov Yu.N. (2007), Water resources of the Chirchik river basin, *Proceedings of NIGMI*, vol. 8 (253), pp. 64-84. (In Russ.).
8. Karandaeva L.M. (2007), Estimates of the flow of the Vakhsh River for individual months of the growing season, *Proceedings of NIGMI*, vol. 8 (253), pp. 38-47. (In Russ.).
9. Khikmatov F.Kh. (2020), *Patterns of formation of water resources of mountain rivers in conditions of climate change*, Tashkent, 228 p. (In Russ.).
10. Khaidarov S.A. (2018), *Assessment of the role of climatic factors in the formation of water resources of the rivers of the Zeravshan basin: abstract of diss. of Doctor of Philosophy (PhD) in geogr. sciences*, Tashkent, 42 p. (In Russ.).
11. Chub V.E. (2007), *Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agroclimatic and water resources of the Republic of Uzbekistan*, Tashkent, 132 p. (In Russ.).
12. Shirinboev D.N. (2021), *Changes in the hydrological regime of the Zeravshan River under the influence of anthropogenic factors: abstract of diss. Doctor of Philosophy (PhD) in geogr. sciences*, Tashkent, 45 p. (In Russ.).
13. Shultz V.L. (1964), On the history of hydrological research in Central Asia, *Proceedings of Tashkent State University*, vol. 269, pp. 3-32. (In Russ.).
14. Shultz V.L. (1965), *Rivers of Central Asia*, Leningrad, 564 p. (In Russ.).
15. Shultz V.L., Shalotova L.I., Lukina N.K., Vidineeva E.M. (1975), *Hydrological characteristics of the upper part of the Amu Darya basin*, Tashkent, 122 p. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Карандаева Лидия Михайловна – Научно-исследовательский гидрометеорологический институт (Ташкент, Узбекистан), кандидат технических наук, старший научный сотрудник. E-mail: karan.serg@rambler.ru

Карандаев Сергей Витальевич – Научно-исследовательский гидрометеорологический институт (Ташкент, Узбекистан), старший научный сотрудник.
E-mail: karan.serg@rambler.ru

Information about authors:

Karandaeva Lidiya – Hydrometeorological Research Institute (Tashkent, Uzbekistan), Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher. E-mail: karan.serg@rambler.ru

Karandaev Sergey – Hydrometeorological Research Institute (Tashkent, Uzbekistan), Senior Researcher. E-mail: karan.serg@rambler.ru

Для цитирования:

Карандаева Л.М., Карандаев С.В. Анализ и сравнение среднемесячных расходов воды рек Чирчик-Ахангаранского бассейна базового и текущего климатических периодов // Центральноазиатский журнал географических исследований. 2024. № 1-2. С. 28-41.

For citation:

Karandaeva L.M., Karandaev S.V. (2024), Analysis and comparison of average monthly water flow of the rivers of the Chirchik-Akhangaran basin of the base and current climate periods, *Central Asian Journal of Geographical Sciences*, No. 1-2, pp. 28-41. (In Russ.).