

УДК 556.06

DOI 10.58649/1694-8033-2025-1(121)-308-318

МОМУНАЛИЕВ Р.К.¹, ДОНБАЕВА Г.Ч.², ЗАГИНАЕВ В.В.³

Кыргыз Республикасынын ирригация илимий-изилдөө институту¹,

Ж. Баласагын атындагы КУУ,

Орто Азия университети, Тоо коомчулугун изилдөө институту³

МОМУНАЛИЕВ Р.К., ДОНБАЕВА Г.Ч., ЗАГИНАЕВ В.В.

Научно-исследовательский институт ирригации Кыргызской Республики,

КНУ имени Ж. Баласагына,

Университет Центральной Азии, Институт исследований горных сообществ

R. MOMUNALIEV, G. DONBAEVA, V. ZAGINAEV

Kyrgyz Scientific Research Institute of Irrigation

KNU named after J. Balasagyn

University of Central Asia, Mountain Societies Research Institute,

**ЧАТКАЛ ДАРЫЯСЫНЫН ГИДРОЛОГИЯЛЫК МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮ ЖАНА АЛАРДЫН
КЫРГЫЗСТАНДЫН ЭНЕГОСЕКТОРУН ӨНҮКТҮРҮҮДӨГҮ МААНИСИ**

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ Р. ЧАТКАЛ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ
В РАЗВИТИИ ЭНЕРГОСЕКТОРА КЫРГЫЗСТАНА**

**HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CHATKAL RIVER
AND THE SIGNIFICANT IN THE DEVELOPMENT OF THE ENERGY SECTOR
OF KYRGYZSTAN**

Кыскача мүнөздөмө: Кыргыз Республикасынын Чаткал районунун дарыяларынын гидрологиялык мүнөздөмөлөрүн изилдөө Чаткал дарыясынын энергетикалык потенциалын электр энергиясына болгон муктаждык шартында пайдаланууга өзгөчө кызыгуусун жаратат. Бул изилдөө Чаткал дарыясындагы жаңы гидротехникалык курулуштарды куруу зарылдыгы багытында, климаттын өзгөрүп жаткан шарттарынын негизинде мөңгүлөрдүн эришине тийгизген таасири, жаан-чачындын көлөмү жана алардын дарыянын агымына жана суунун гидрологиялык агымын изилдөөгө арналган. 92 жылдык байкоо жүргүзүү мезгилинде изилденген аймактын агымынын өзгөрүшү, негизинен, дарыя агымынын пайда болушуна таасир этүүчү климаттык факторлорго көз каранды. Температура жана жаан-чачын агын сууга таасир этүүчү негизги климаттык мүнөздөмөлөрү болуп эсептелинет. Климаттык факторлор менен агын суулардын ортосундагы байланышты температурага, жаан-чачынга байкоо жүргүзүүнүн циклдик мүнөзүнөн билүүгө болот.

Аннотация: Изучение гидрологических характеристик рек Чаткальского района Кыргызской Республики представляет особый интерес в плане использования энергетического потенциала р. Чаткал в условиях необходимости в электроэнергии. Для этих целей необходимо строительство новых гидротехнических сооружений и тем более в условиях меняющегося климата, когда происходят изменения в количестве выпадающих осадков и их влиянии на сток реки и таяние ледников. Данное исследование нацелено на изучение гидрологических расходов воды реки Чаткал. Изменение стока в изучаемом районе за период наблюдений в течение 92 лет, главным образом, зависит от климатических факторов, оказывающих влияние на формирование стока рек. Температура и осадки являются основными климатическими характеристиками, влияющими на сток. О взаимосвязи между климатическими факторами и стоком можно судить по цикличности наблюдений за температурой, количеством осадков.

Abstract: The study of hydrological characteristics of the rivers of Chatkal region is of particular interest to the use of the energy potential of the Chatkal River in conditions of need for electricity. For these

purposes, it is necessary to build new hydraulic structures and especially in conditions of changing climate, when there are changes in the amount of precipitation and its impact on the river flow and glacier melting. This study is devoted to the study of hydrological flow rates of the Chatkal River. Changes in runoff in the study area for the observation period of 92 years, mainly depends on climatic factors that influence the formation of river runoff. Temperature and precipitation are the main climatic characteristics affecting runoff. The relationship between climatic factors and runoff can be judged from the cyclicity of observations of temperature, precipitation.

Негизги сөздөр: Кыргызстан; Чаткал; дарыянын агымынын өзгөрүшү; дарыянын агымы; климаттын өзгөрүүсү; катарды калыбына келтирүү.

Ключевые слова: Кыргызстан; Чаткал; изменения стока рек; речной сток; изменение климата; восстановление рядов.

Keywords: Kyrgyzstan; Chatkal; river runoff changes; river runoff; climate change; reconstructing hydrological series.

Введение. Реки Кыргызской Республики имеют разнообразные источники питания, которые обуславливают их гидрологический режим. Основным источником питания большинства рек являются ледники, расположенные в горных массивах Тянь-Шаня и Памира. Эти ледники обеспечивают стабильный приток воды даже в засушливые периоды. Вторым значительным источником является талая вода от весеннего снеготаяния, которая наполняет речные русла. Атмосферные осадки, включая дождь и снег, также способствуют пополнению водных ресурсов, особенно в предгорных и равнинных областях. Кроме того, в некоторых районах подземные воды вносят вклад в речной сток, особенно в местах, где гидрографическая сеть связана с подземными водоносными слоями [8]. Основными источниками питания р.Чаткал являются талые воды сезонного снега и ледников [14].

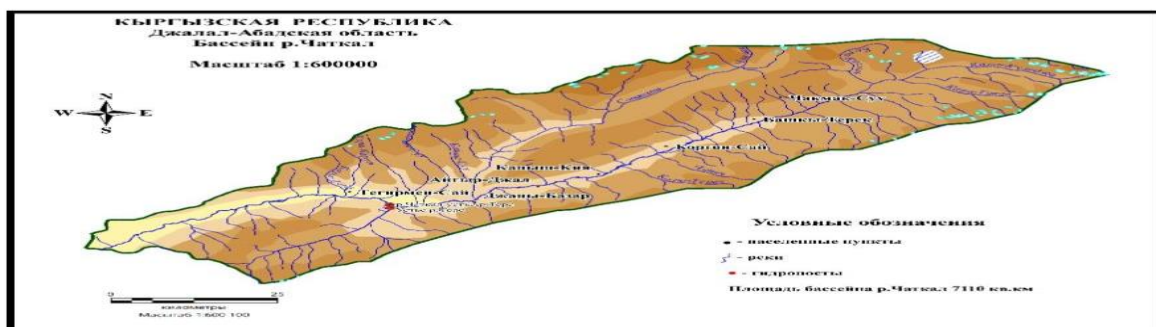
В последние десятилетия наблюдается деградация ледников в Кыргызской Республике; по данным последней инвентаризации ледников, наибольший процент сокращения площадей

47% [5]. В общем по республике площадь оледенения сократилась на 14 % [14].

Река Чаткал, протекающая в западной части горного массива Тянь-Шань, преодолевает территорию страны в направлении запада и впоследствии пересекает границу с Узбекистаном. На северном берегу реки располагается одноименная горная цепь Чаткал, имеющая протяженность около 120 км. Напротив, на южном берегу, находится горная цепь Чандалаш, которая формирует климатическую границу региона.

Место исследования. Чаткальский район расположен в северо-западной части Джалал-Абадской области Кыргызской Республики. Административный центр находится в с.Каныш-Кыя, Чаткальского района, Джалал-Абадской области по прямой линии около 400 км от столицы города Бишкек.

Истоки реки Чаткал и его притоки расположены на территории Кыргызстана. Чаткальский бассейн находится на северной обрамления горных хребтов Ферганской долины (рис. 1).



ледников зафиксирован в Таласской области –

Рис. 1. Карта бассейна реки Чаткал

Река Чаткал берет свое начало со западных склонов хребта Таласского Ала-Тоо и в большей части течет на запад через самую западную часть Тянь-Шаня между хребтами Коксуйским на севере и Чаткальским на юге. Чаткал, главная составляющая Чирчика, в верховье проходит по широкой древней ледниковой долине. Приняв справа крупный приток Сандалаш, Чаткал становится многоводным, а после впадения слева реки Терс течет в теснине и у кишлака Бурчмулла вливает свои воды в Чарвакское водохранилище на территории Республики Узбекистан. Длина реки Чаткал составляет 217 км, а площадь ее бассейна на территории Кыргызстана 5700 км²

Расход реки Чаткал составляет на территории Узбекистана примерно 126 м³/с в устье, а максимальный расход достигает 180 м³/с. По данным гидропоста реки Чаткал в устье реки

Терс площадь водосбора реки составляет 4 290 км², средняя высота водосбора 2780 м, норма стока реки составляет $Q_0 = 67.7 \text{ м}^3/\text{с}$, средний уклон реки составляет в устье реки Терс приблизительно 18‰, средневзвешенный уклон 9.2 ‰, площадь ледников менее 1 %.

Река Чаткал имеет более 80 основных больших и маленьких притоков, как с правого, так и с левого берега. Для оценки расходов воды в этих притоках были применены гидроморфометрические расчеты, основанные на формуле для мгновенных расходов воды дождевых паводков. Результаты этих расчетов представлены ниже [16].

Крупными притоками Чаткала являются слева: река Терс (8.1% от бассейна) Акбулак (11.9% от бассейна); справа: Сандалаш (16.8% от бассейна) и Коксу (5.9% от бассейна). Данные отображены в таблице 1.

Таблица 1. Площади водосборов и расходы воды основных притоков реки Чаткал

№	Название притоков	Площадь (А) км ²	Расход ($Q_{\max}$), м ³ /с	Название притоков	Площадь (А), км ²	Расход ($Q_{\max}$), м ³ /с
	Правые притоки реки Чаткал			Левые притоки реки Чаткал		
1	Ак-Таш	9	17,8	Ак-Суу	66	84
2	Курама-Тер	26	40,7	Кокуй-Бель	30	45,5
3	Алтымыш	7,6	15,6	Кара-Токой	72	90,2
4	Кара-Кысмак	146,5	156	Терек-Сай	59	77,2
5	Тегерек	12	22,3	Арта-Тектуу	66	84,2
6	Бугарга	9,5	19,9	Аюу-Чачы	170	176,2
7	Сулуу-Тегерек	19	31,9	Курлырдуу	102	118,3
8	Куру-Тегерек	13	23,7	Карагайлуу	49	66,8
9	Чакмак-Суу	23	37,0	Кара-Суу	27	41,9
10	Талды-Булак	20	33,2	Ак-Суу	59	77,2
11	Беш-Терек	34	50,2	Кайнар-Суу	9	17,8
12	Орто-Терек	64	82	Коргон-Сай	20	33,2
13	Аяк-Терек	48	65,7	Ургедей-Сай	23	37,0
14	Мурза-Булак	12	22,3	Чанач	78	96
15	Кум-Бель	12	85,2	Кара-Арча Сай	18	30,6
16	Тере-Тау	10	19,3	Кара-Терек	152	161,5
17	Эне-Ичке-Сай	9,5	18,6	Каныш-Кыя Сай	80	97,9
18	Кичи-Кумбел	26	40,7	Тиллеберди Сай	45	62,5
19	Ичке	9	17,8	Чон-Чар-Таш	32	47,9
20	Чукурчак	21	34,5	Тюз-Ашуу Сай	87	104,5
21	Кайын-Суу	37	53,6	Узун Булак	16	27,9
22	Шамалды-Суу	9	17,8	Мазар Башы	25	39,5
23	Чунур-Сай	17	29,2	Жыргал Тал Сай	32	51,4
24	Сандалаш	1208	813,3	Каран-Кел	44	61,4
25	Жардуу-Суу	114	129,0	Жылга-Тал-Чаар Сай	19	31,9

26	Каракорум	139	150,6	Кучечек	5,6	12,3
27	Мусабек	12,9	23,6	Кызыл-Суу	15	26,5
28	Салык-Булак	45,1	62,6	Таш-Сай	20,2	33,4
29	Кара-Добо	55,2	73,3	Бокту-Кайын	23	37,0
30	Куруч-Коргон	34	50,2	Алан Сай	15	26,5
31	Испара-Сай	47	64,6	Катта Кум Бель	45	62,5
32	Коль-Бек	11,2	21,1	Баркыраурк	50	67,8
33	Каллакыз-Сай	2,5	6,6	Кёок-Кам	23	37,0
34	Кен-Жайлобай-Сай	6	12,9	Кыйшык Арча	7	14,6
35	Майданек-Сай	5	11,3	Жолгу-Кам	7	14,6
36	Чонкамыш-Сай	6,5	13,8	Найза Токой	40	57
37	Харгуш-Сай	31,5	47,3	Молдо Колон Сай	10,5	20,1
38	Пайпак-Сай	12	22,3	Араб Сай	15	26,5
39				Нурсан Сай	23	37,0
40				Кышлак Сай	15	26,5

Климат в районе исследования характеризуется как резко континентальный. Лето, в Сыр-Дарьинском бассейне, в районе реки Чаткал обычно довольно жаркое и сухое. Средние летние температуры могут достигать 30-35⁰С, а иногда и более высоких значений. Средние зимние температуры могут опускаться до -10⁰С и ниже. Зимой выпадает мало осадков в виде снега. Метеостанция Чаткал расположена в бассейне реки Чаткал, в среднем его течения.

По данным станции Чаткал самая холодная температура была зафиксирована в январе 2008 года и составила -19,3⁰С, а самый жаркий промежуток времени август 1999 г. составил +21,6⁰С.

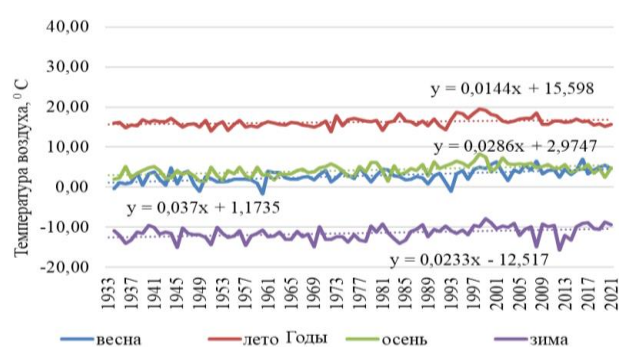
Самый дождливый период был зафиксирован в 1969 году, годовая сумма осадков составила 723,8 мм., с максимальным количеством осадков весной 1969 - 112 мм., летом 1954 - 72 мм., осенью 1951 - 107 мм. и зимой 1978 - 104 мм.

Самое сухое время года в бассейне реки было зарегистрировано весной (март) 1991 года, когда осадки не выпадали, летом (июль) 1976 - 0 мм., осень (октябрь) 1964 г. - 0 мм., зимой (январь) 1976 – 0,3 мм. и годовая сумма осадков самого засушливого года (1976) составила 76 мм.

Температурный режим и его изменения. В формировании температурного режима Чаткальского бассейна большую роль имеют его приподнятость и замкнутость, а его характерными особенностями является четко выраженные закономерные изменения температурных характеристик с высотой места, большая амплитуда межгодовых, годовых и

суточных ее колебаний [15]. Оценка климатических изменений в Чаткальском бассейне позволит определить влияние температурных изменений на гидрологический режим рек, выработать определенные меры по адаптации населения, ведения сельского хозяйства и т.д.

Для климатической оценки были привлечены данные среднемесячных и среднегодовых температур на МС Чаткал за 89 лет с 1933 по 2022 гг. На их основе были построены линейные тренды годовых температур, температур за холодный и теплый периоды и различные сезоны года. Рассчитанные значения, характеризующие фактическое изменение температуры воздуха в бассейне р.



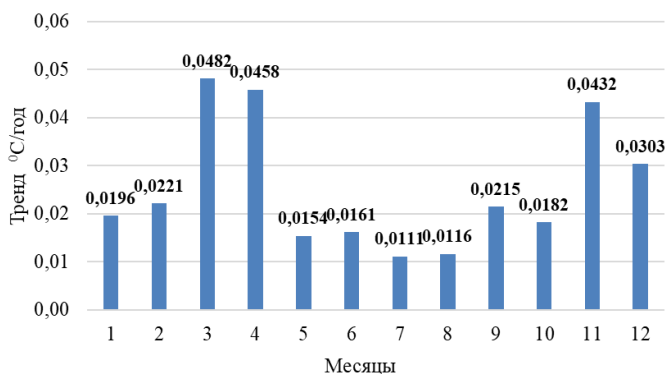
Чаткал приведены на рис. 2,3,4.

На графике (рис.2) показан многолетний ход и линейный тренд средней годовой температуры на МС Чаткал. Как видно из графика наблюдается рост температуры за последней 89 лет и увеличение среднегодовой температуры составило +2,2 ⁰С.

Рис. 2. Многолетний ход и линейный тренд средней годовой температуры на МС Чаткал.

Построена диаграмма среднемесячных значений тренда температур за 89 лет на МС Чаткал (рис.3). Как видно из рисунка рост температуры наблюдается в течение всего года, наибольшее увеличение наблюдается в марте, апреле и ноябре – на $3,8...4,3^{\circ}\text{C}$. Зимой увеличение составило $1,7...2,2^{\circ}\text{C}$. Наименьшие значения роста температуры наблюдаются с мая по октябрь – $1,0...1,9^{\circ}\text{C}$.

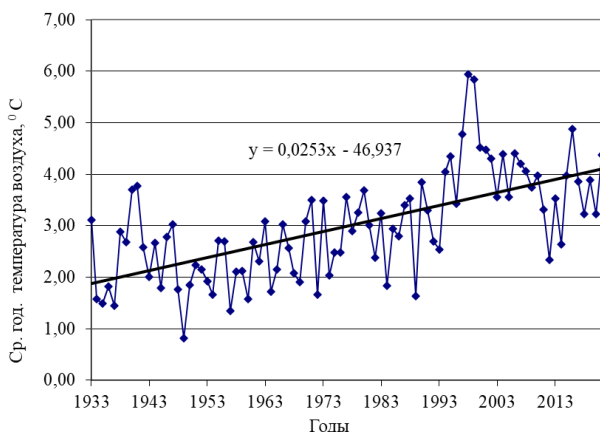
На рис.4 представлен многолетний ход температуры, осредненной за теплый и холодный периоды. Как видно, и в теплый, и в холодный периоды отмечается увеличение



температуры. Более значительное увеличение наблюдается в холодный период года и составляет $3,1^{\circ}\text{C}$, что говорит о потеплении поздней осени и зимы. В теплый же период года отмечается более слабое увеличение, всего на $1,5^{\circ}\text{C}$, т.е. температурный режим весны и лета изменился меньше.

Рис. 3. Диаграмма среднемесячных значений тренда температур на МС Чаткал.

Сезонные изменения температуры воздуха.



На рисунке 4 показан ход температуры в различные сезоны года: зиму, весну, лето и

осень. Как видно, наибольшее увеличение наблюдается весной и составляет $3,2^{\circ}\text{C}$. Осенью и зимой рост температуры одинаков и составляет $2,0-2,6^{\circ}\text{C}$. Летом наблюдается увеличение температур всего на $1,2^{\circ}\text{C}$.

Рис. 4. Многолетний ход температуры по сезонам на МС Чаткал

Таким образом, анализ режима температуры воздуха за последние 89 лет в бассейне р.Чаткал показывает значительное увеличение температуры воздуха, во все месяцы года. Наибольшее увеличение наблюдается в весенний период ($3,2^{\circ}\text{C}$), менее значительное зимой и осенью ($2,0-2,6^{\circ}\text{C}$), и наименьшее – летом ($1,2^{\circ}\text{C}$). Неоднородное изменение температур в течение теплого и холодного периода года будет неоднозначно влиять на формирование стока рек. Больше увеличение зимних и ранневесенних температур приведет к сокращению периода снегонакопления и быстрому его таянию, что уменьшит продолжительность половодья и стока в этот период. Незначительное повышение летних температур проявится в умеренном увеличении стока рек при условии достаточного снегонакопления и присутствия оледенения в бассейнах рек.

Увеличение зимних температур приведет к формированию на изучаемой территории оттепелей с высокими дневными температурами и дополнительному иссушению почвы, а увеличение весенних и осенних температур будет способствовать более раннему наступлению вегетационного периода и увеличению его продолжительности.

Сезонные изменения количества осадков в районе бассейна реки Чаткал.

На основе данных подсчитанных средних за многолетние периоды количество осадков по МС Чаткал предоставленных в таблице ниже, можно сделать следующие выводы:

- в районе водного бассейна реки наблюдается тенденция к снижению количества осадков;
- наибольшее снижение количества осадков наблюдается в весенний и осенний периоды;
- наименьшее снижение количества осадков наблюдается в зимний период.

Среднее годовое количество осадков в Кыргызстане за 56 лет наблюдений составляет 380 мм. Количество осадков за последние 56 лет в районе бассейна постепенно снижалось. В 1936 году выпало 426 мм осадков, а в 1991 году – 323,6 мм осадков. Это значит, что за последние 56 лет количество осадков снизилось на 25%.

Снижение количества осадков наблюдается во всех сезонах, но наиболее

выражено в весенний и осенний периоды. В весенний период количество осадков снизилось на 35,7%, а в осенний период – на 22,3%. В зимний период количество осадков снизилось до 0,89%.

Наблюдаемое снижение количества осадков (таблица 2 и рисунок 5) в Кыргызстане является частью глобального тренда к изменению климата.

Таблица 2. Среднее за многолетний период количество осадкой по МС Чаткал

Осадки, мм	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
макс осадки	86	86	112	96	99	67	72	54	45	107	99	104	723,8
ср осадки	37,4	35,7	46,5	44,6	39,5	27,1	17,6	8,8	10,1	32,3	38,2	41,9	379,9
мин осадки	0,3	5	0	0	10	0	0	0	0	0	3	1	76,3
ТРЕНД	-0,24	-0,24	-0,19	-0,19	-	-	-0,19	-	0,01	0,03	-0,24	-0,19	
тренд % ср	-35,7	-37,7	-22,3	-24	-	-	-59,2	-	25,3	8,1	4,7	-35,2	-25,3
за 56 лет	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82	1,53	-	-	
	13,3 6	13,4 9	10,3 9	10,7 2	0,35	8,13	10,4 0	2,25			13,4 4	10,6 0	

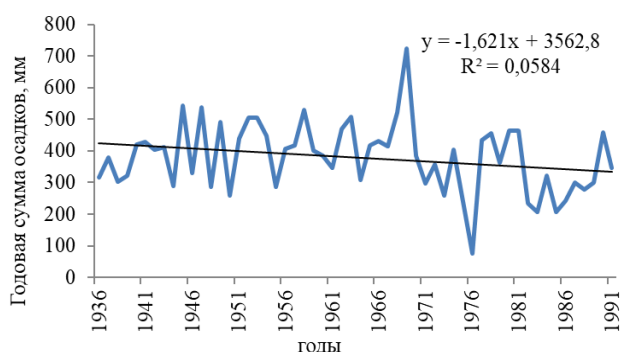


Рис. 5. График количества осадков за многолетний период.

Восстановление рядов гидрологических наблюдений. Данные среднегодовых расходов и внутригодовых на г/п Чаткал устье реки Терс с 1933 по 1991 годы взяты из каталога «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВОДНЫЙ КАДАСТР». При восстановлении гидрологических данных закрытых или прерывных рядов наблюдений использован метод гидрологической аналогии, который заключался в подборе рек аналога и в основе анализа был применен метод линейной

корреляции между двумя переменными. Такие корреляционные переменные линейные связи применяются в гидрологии, чтобы привести характеристики восстанавливаемого ряда реки к многолетним значениям для восстановления пропущенных данных для прогноза стока по данным стока реки-аналога в зависимости от двух переменных [1, 2, 3, 12, 15, 18].

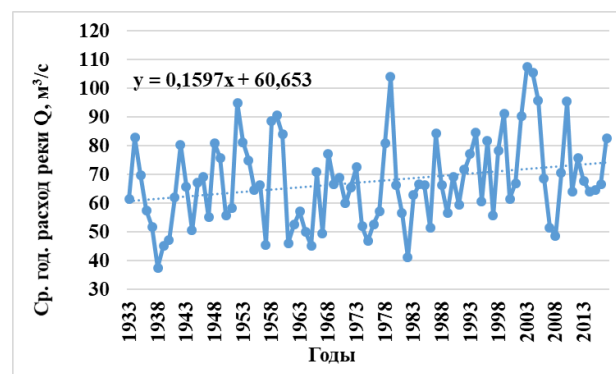


Рис. 6. Хронологический ход реки Чаткал

Так с 1992 по 2017 годы среднегодовые данные были восстановлены методом гидрологической аналогии [7, 10, 12, 17], река-

аналог для восстановления г/п реки Чаткал в устье реки Терс приняты данные г/п устье реки Терс с 1926 по 2017 годы, корреляция составила $K=0,92$ было восстановлено 35 лет пропущенных рядов за 1926-1932 гг, 1941,1969 и 1991-2017 годы.

Критерий достоверности восстанавливаемых рядов и соответствия им река-аналог рассчитаны согласно наставлений МСП 3.04-101-2005г. [1,16,18].

Первым этапом был произведен подбор реки-аналога. Для этой цели были использованы данные 31 гидропоста рек Сыр-Дарьинского бассейна, имеющих длинные ряды наблюдений

[1,6,9,15]. Коэффициенты корреляции (R) среднегодовых расходов воды между данными гидропостов р. Чаткал -устье р. Терс и р.Терс-устье и длиннорядных гидропостов Сыр-Дарьинского бассейна приведены в табл.4.

Таблица 3

Критерий достоверности восстанавливаемых рядов и соответствия им река-аналог.

Река, ГП	Река-аналог, ГП	n	R	Sr	r/Sr
Р.Чаткал-у.р. Терс	Р. Терс-устье	40	0,91	0,028	33,1

Таблица 4. Коэффициенты корреляции (R) среднегодовых расходов воды между данными гидропостов р. Чаткал - у.р. Терс и р.Терс-устье и длиннорядных гидропостов Сыр-Дарьинского бассейна

Наименование гидропоста	R для ГП Чаткал - у.р.Терс	R для ГП Терс - устье	Наименование гидропоста	R для ГП Чаткал - у.р.Терс	R для ГП Терс - устье
Гавасай - кишл.Гава	0.89	0.96	Карадарья - г.Узген	0.75	-
Чаткал - у.р.Терс	1.00	0.92	Абширсай - кишл.Уч-Терек	0.51	0.49
Терс - устье	0.92	1,00	Шанкол - кишл.Шанкол	0.38	0.67
Кассансай - кишл.Кызылтокой	0.83	-	Каракол - кишл.Косчан	0.46	0.66
Падшаата - у.р.Тосту	0.63	0.75	Киргизата - кишл.Киргиз-Ата	0.47	0.59
Майлису - у.р.Кайрагач	0.73	0.88	Аравансай - у.р.Каракол	0.42	0.56
Шайдансай - кишл.Шайдан	0.61	0.70	Аравансай - кишл.Янгинаукат	0.35	0.34
Тентяксай - кишл.Чарвак	0.69	0.85	Акбура - кишл.Тулекен	0.50	0.51
Чангет - кишл.Чангет	0.73	0.76	Акбура - кишл.Папан	0.44	0.58
Курарт - с.Михайловское	0.75	0.86	Акбура - у.р.Мынтекке	0.67	-
Куршаб - с.Гульча	0.48	0.63	Аксу - ущелье Дазгон	0.27	0.35
Зергер - кишл.Тассай	0.74	0.85	Ходжабакирган - кишл.Андархан	0.33	0.66
Донгузтоо - кишл.Донгуз-Тоо	0.73	0.84	Исфара - кишл.Таш-Курган	0.42	0.51
Колдук - кишл.Сары-Булак	0.71	0.86	Сох - кишл.Сарыканда	0.44	0.55
Яссы - с.Саламалик	0.68	0.82	Шахимардан - кишл.Джидалик	0.22	0.28
Каракульджа - кишл. Ак-Таш	0.74	0.79	Исфайрамсай - с.Уч-Коргон	0.63	0.71
Тар - кишл.Чолма	0.69	0.76		-	-

Из анализа данных табл. 4 следует, что корреляция более 0,65 наблюдается на нескольких гидропостах, по которым можно восстанавливать данные. Гидропост Гавасай - кишл.Гава имеет отличительную высокую корреляцию. На рисунке 7 представлен хронологический ход модульных коэффициентов расходов воды рек Гавасай - кишл. Гава, Чаткал - у.р.Терс, Терс – устье.

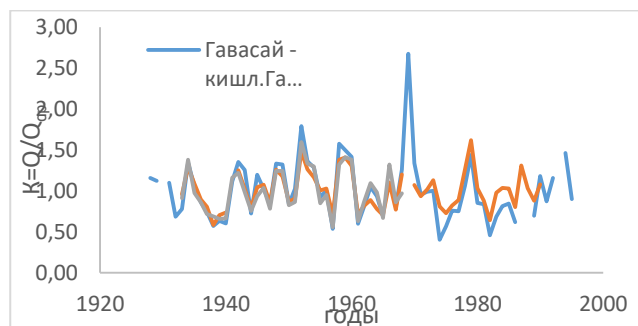


Рис. 7. Хронологический ход модульных коэффициентов воды р.Гавасай и р.Чаткал

На рис. 7 видно, что хорошо прослеживается синхронность в колебаниях стока р. Гавасай и р. Чаткал. Однако период наблюдений самый продолжительный на р. Гавасай только до 1995г.

Поэтому ряды подлежат восстановлению до 1995 г. В связи с закрытием ГП на р. Гавасай в 1995 г., восстановление рассматриваемых рядов не производилось.

Река Терс впадает в среднем течении реки Чаткал. Гидропост р.Терс-устье находится с левой стороны р.Чаткал и является крупным ее притоком. Имеется репрезентативный ряд наблюдений с 1926 г. по 1995 гг., который подвергся восстановлению пропущенных рядов наблюдений (восстановлен методом гидрологического аналогии всего за 70 лет). По расчету коэффициент изменчивости составил $C_v=0,20$, а коэффициент асимметрии $C_s=0,40$, что говорит о том, что имеется взаимосвязь с рекой Чаткал [1, 12, 17,18].

Циклы водности рек.

На рисунке 8 представлены интегрально-разностные кривые среднегодового стока рек Чаткальского

бассейна, которые характеризуют циклы водности реки. Цикл водности состоит из одного периода пониженной и одного периода повышенной водности, график с циклами водности р.Чаткал представлен на рисунке 8. Периоды повышенной и пониженной водности приведены в таблице 5.

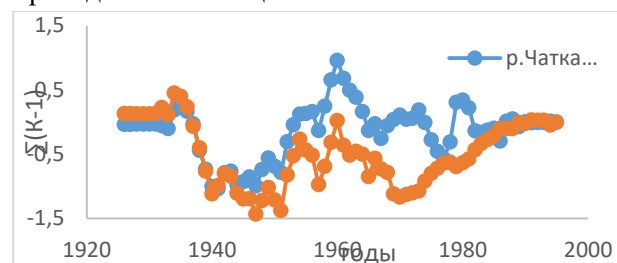


Рис. 8. Интегрально-разностные кривые среднегодового стока рек Чаткальского бассейна.

Таблица 5

Периоды повышенной и пониженной водности для среднегодового стока для характерных рек групп Сырдарьинского бассейна за период с 1931 по 2017 гг.

Характерная река (река - пункт наблюдений)	Период с пониженной водностью	Период с повышенной водностью
р. Чаткал -у.р. Терс	1935 - 1947 1961 - 1978	1948 - 1960 1979 - 1995
р. Терс-устье	1935 - 1947 1961 - 1969	1948 - 1960 1970 - 1995

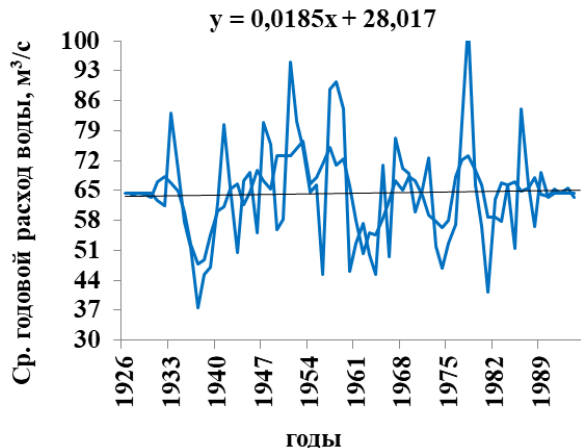
Из анализа рисунка 8 можно отметить синхронность циклов для рек Чаткал и Терс. Однако сравнивая периоды водности для различных ГП, можно сделать вывод, что они не совпадают. Тем не менее это не так, имеется общая закономерность в циклах всех рек. Несовпадение в годах перехода от одного периода к другому, обусловлена тем, что водность часто колеблется возле среднего значения, поэтому нет четко выраженного года перехода. Так же это можно объяснить, что режим стока рек различный и у них различные доли источников питания, участвовавших в формировании стока реки [7, 10].

Таким образом, выявляя обобщенную закономерность для рек в бассейне р.Чаткал,

на рассматриваемых ГП, наблюдаются два цикла водности с 1935 г. по 1960гг. и с 1961г. по 1995 гг.

Тенденции изменения стока рек.

На рисунке 9, представлены многолетние гидрографы р. Чаткал и р. Терс, а в таблице 6 тренды стока рек.



Видно, что за период с 1926 по 1989 гг. сток рек увеличился. В целом с 1926 по 1989 гг. среднего-довой расход увеличился на р.Чаткал на 16,4%, на р.Терс на 1,56%.

Рис. 9. Хронологический ход среднегодовых расходов воды для ГП р. Чаткал – устье р. Терс и его скользящая средняя за 5-летний период с 1926 по 1987 гг.

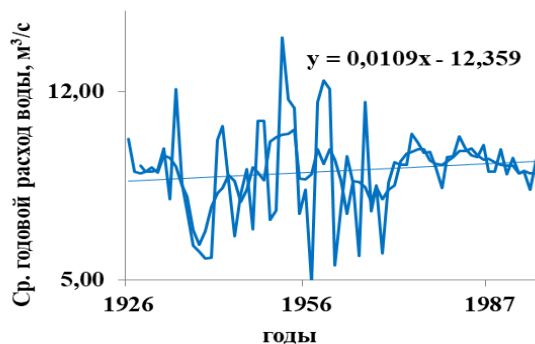


Рис. 10. Хронологический ход среднегодовых расходов воды для ГП р. Терс - устье и его скользящая средняя за 5-летний период с 1926 по 1987 гг.

Таблица 6
Тренды изменения стока рек Чаткальского бассейна

№ п.п	Река - пункт наблюдений	$Q_{ср}$, $м^3/с$	тренд за год, $м^3/с$	тренд за 70лет года,	Тренд за 92 года в % от годового
-------	-------------------------	--------------------	-----------------------	----------------------	----------------------------------

				$м^3/с$	
1	р.Чаткал - у.р.Терс	67.7	0.159	11.13	16.4
2	р.Терс - устье	9.00	0.002	0.14	1.56

В целом из анализа таблицы 6 видно, что за период с 1926 по 1989 гг. среднегодовой расход воды реки Чаткал увеличился на 16,4%, а реки Терс - на 1,56%.

Геоэкологическая обстановка. В последнее время, кроме известных антропогенных, возникла еще одна причина загрязнения регионов. Это природные стихийные явления, в частности, снегопады, обильные проливные дожди и как их результат – сели, оползневые процессы, резкое таяние снежного покрова и др. Активизация этих явлений, как показывает практика, приводит к массовым разрушениям, материальным и людским потерям, влияют на качественный состав водных ресурсов, изменяют поверхность ландшафта и ее компонентов. На территории выделены зоны опасности по ожидаемым сейсмическим, селе-паводковым, лавинным и оползневым процессам [2, 9, 13, 15]. Эти зоны по данным МЧС КР сосредоточены в центральной и южной частях района. По распространенности и частоте проявления среди опасных процессов и явлений в районе преобладают сели и паводки, на автодороге Ала-Бука-Каныш-Кыя – снежные лавины.

Все эти факторы значительно влияют на геоэкологическую ситуацию как территории в целом, так и ее речных бассейнов, которые проявляются в выбросах в речные системы, деградацию почвенного покрова, растительного мира и т.д. [4, 5, 17].

В связи с вышеуказанными характеристиками, актуальным является всестороннее исследование влияния природных и техногенных факторов на геоэкологию и водные ресурсы Чаткальского региона, а также их воздействие на гидротехнические сооружения, связанные с выработкой гидроэлектроэнергии.

Выводы

Для проектирования ГЭС необходимы расчеты для прогнозирования расходов воды. Важно учесть метеорологическую и гидрологическую составляющие [11,17]. По метеорологическим и гидрологическим данным, полученным от Кыргызгидрометслужбы были рассчитаны: температура за 89 лет и осадки за 56 лет, тренды максимальных, средних и минимальных значений, а так же рассчитаны значения по сезонным данным, построены графики температур, осадков и их сезонных колебаний, также проанализированы тренды; по данным метеостанции Чаткал уменьшился уровень осадков на 10-13%, с наибольшим снижением в августе и сентябре.

По гидрологии был произведен расчет по восстановлению пропущенных рядов и выявлена река-аналог для реки Чаткал. Река-аналог устье реки Терс, в которой корреляция составила $K=0,92$. Восстановлен ряд ходов реки среднегодовых значений за 1926-1935, 1941,1969 и 1991-2017 гг. наблюдений. По расчёту выявлен тип питания реки, коэффициент изменчивости составил $C_v = 0,25$, коэффициент асимметрии составил $C_s = 0,49$ для реки Чаткал. Рассчитан аналитический и эмпирический расчеты расходов воды реки и их процентная обеспеченность расходов воды: $Q_{0.10\%} = 131,5 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{1\%} = 112,6 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{10\%} = 89,8 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{25\%} = 78,1 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{50\%} = 66,4 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{75\%} = 55,8 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{90\%} = 47,3 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{95\%} = 42,7 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{99.9\%} = 27,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Выявлены колебания стока по гидрографу.

В работе указывается многолетние колебания стока рек, которые являются интегральным показателем изменчивости стока к климату. Необходимо учесть влияние природных и техногенных факторов, их воздействие на гидротехнические сооружения, связанные с выработкой гидроэлектроэнергии на геоэкологию, водные ресурсы Чаткальского региона.

Список использованной литературы

1. Горшков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1979, 431 с.
2. Большаков М.Н. Водные ресурсы рек Советского Тянь-Шаня и методы их расчета. – Фрунзе, 1974, 305 с.
3. Большаков М.Н., Шпак В.Г. Водно-энергетические ресурсы Киргизской ССР. – Фрунзе: Изд-во АН Кирг. ССР, 1960, 254 с.
4. Донбаева Г.Ч. Геоэкологические аспекты водных ресурсов Западного и Юго-Западного Кыргызстана (на примере Талас-Чаткальского региона) // Вестник ОшГУ, 2011, № 2, с.165-170.
5. Донбаева Г.Ч. Характеристика источников загрязнения водных ресурсов Талас-Чаткальского региона Кыргызстана // Мат.респ.науч.-прак. конф. "Современная социально-экономическая география: достижения, проблемы и перспективы". – Ташкент, 2013, с.197-200.
6. Kyrgyz transboundary rivers' runoff assessment (Syr-darya and Amu-darya river basins) in climate change scenarios / O. Kalashnikova, J. Niyazov, A. Nurbatsina, S. Kodirov, Yu. Radchenko, Z. Kretova // Central Asian Journal of Water Research, 2023, №9(1), с.59-88. – URL: <https://doi.org/10.29258/CAJWR/2023-R1.v9-1/59-88.eng>
7. Ляпичев П.А. Методика регулирования стока и водохозяйственных расчетов. – Москва: Изд-во литературы по строительству, 1972, 272 с.
8. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. – Бишкек: Илим, 2006, 276 с.
9. Мамедов М.А. Расчеты максимальных расходов воды горных рек. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1989, 183 с.
10. Россолимо Л.Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. – Москва: Изд-во «Наука», 1977, 143 с.
11. Савкин А.В., Фёдоров С.В. Гидрология: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Министерство образования и науки РФ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2010, 100 с.
12. Сарманов О.В., Сарманов И.О. Основные типы корреляции, применяемые в гидрологии. – Москва: Изд-во «Наука», 1983, 198 с.
13. Флейшман С.М. Сели. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1970, 351 с.
14. Шабунин А. Каталог ледников Кыргызстана. ЦАИИЗ, 2018 г. – Режим доступа: www.caiag.kg/phocadownload/projects/Catalogue%20%20of%20glaciers%20Kyrgyzstan%202018.pdf
15. Гидрологическая изученность. Т.14, вып.1. Средняя Азия. Бассейн р. Сырдарьи. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1964, 231 с.
16. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том XI. Киргизская ССР. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1987, 450 с.
17. Климат Киргизской ССР / Под общ. ред. З.А. Рязанцевой. – Фрунзе: Изд-во «Илим», 1965, 290 с.
18. Межгосударственный свод правил по проектированию и строительству, Определение основных расчетных гидрологических характеристик МСП, 3.04-101-2005. МНТКС.

Рецензент: д.э.н., Чортомбаев У.Т.

