

DOI:10.26104/NNTIK.2023.38.83.009

Стрижанцева О.М.

**КЫРГЫЗСТАНДЫН ДАРЫЯЛАРЫНЫН АГЫМЫНА ТААСИР
ЭТҮҮЧҮ КЛИМАТТЫК ПАРАМЕТРЛЕРДИ БААЛОО**

Стрижанцева О.М.

**ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА СТОК РЕК КЫРГЫЗСТАНА**

O. Strizhantseva

**ASSESSMENT OF CLIMATIC PARAMETERS AFFECTING
THE FLOW OF KYRGYZ RIVERS**

УДК: 551.515.4(575.2)

Азыркы учурда Кыргызстандын дарыяларынын гидрологиялык режиминде белгилүү бир өзгөрүүлөр болуп жатат, мунун башкы себептеринин бири климаттын байкалып жаткан өзгөрүүлөрү болуп саналат. Бул макалада Кыргызстандын – Нарын, Чүй, Талас, Ысык-Көл, Сыр-Дарыян негизги гидрологиялык бассейндеринин сууларынын агымына климаттын өзгөрүүсүнүн таасирин изилдөө боюнча иштин жыйынтыгы болуп саналат. Кыргызстандын гидрологиялык бассейндериндеги климаттык өзгөрүүлөрдү талдоо дарыялардын агымынын мүнөздөмөлөрүнө баа берүүгө жана жаңы алынган маалыматтарды Борбордук Азия регионунун суу чарба проблемаларын чечүү үчүн пайдаланууга мүмкүндүк берет. Макалада дарыялардын суу агымынын динамикасына таасир этүүчү негизги климаттык параметрлер катары 70-90 жылдык байкоо жүргүзүү мезгилинде абанын орточо жылдык температурасынын жана 9 метеорологиялык станциядагы атмосфералык жаан-чачындардын жылдык суммасынын өзгөрүшү, жаз жана күз мезгилдериндеги 0 градустан өткөн мезгилдеги оң температуранын суммасы жана 45 жылдык мезгилдеги оң температурадагы күндөрдүн саны каралды.

Негизги сөздөр: Нарын бассейни, Чүй бассейни, Талас бассейни, Ысык-Көл бассейни, Сыр-Дарыян бассейни, суунун чыгымдары, климаттык параметрлер, абанын температурасы, температуранын суммасы, атмосфералык жаан-чачын.

Одной из основных причин отмечающегося в настоящий период увеличения стока рек Кыргызстана является наблюдающиеся изменения климата. Анализ климатических изменений в основных гидрологических бассейнах Кыргызстана – Нарынском, Чуйском, Таласском, Иссык-Кульском, Сыр-Дарыинском - позволит провести оценку характеристик стока рек и использовать вновь полученные данные для решения многих водохозяйственных проблем Центрально-Азиатского региона. В статье в качестве основных климатических параметров, оказывающих влияние на динамику речного стока, рассмотрены изменения среднегодовой температуры воздуха и годовых сумм атмосферных осадков за 70-90-летние периоды наблюдений на 9 метеорологических станциях, суммы положительных температур за период с перехода через 0 градусов весной и осенью и количество дней с положительными температурами за 45-летний период, а также повторяемость типов синоптических процессов.

Ключевые слова: Нарынский бассейн, Чуйский бассейн, Таласский бассейн, Иссык-Кульский бассейн, Сыр-Дарыинский бассейн, расходы воды, климатические параметры, температура воздуха, суммы температур, атмосферные осадки.

Currently, there are certain fluctuations in the hydrological regime of the rivers of Kyrgyzstan, one of the main reasons for this is the observed climate changes. This article is the result of work on

the study of the influence of changing climate on the flow of rivers of the main hydrological basins of Kyrgyzstan – Naryn, Chui, Talas, Issyk-Kul, Syr-Darya. The analysis of climatic changes in the hydrological basins of Kyrgyzstan will make it possible to assess the characteristics of river flow and use the newly obtained data to solve water management problems in the Central Asian region. The article considers changes in the average annual air temperature and annual precipitation amounts over a 70-90-year period of observations at 9 meteorological stations as the main climatic parameters influencing the dynamics of water flow of rivers., the sum of positive temperatures for the period from the transition through 0 degrees in spring and autumn and the number of days with positive temperatures over a 45-year period.

Key words: Naryn basin, Chui basin, Talas basin, Issyk-Kul basin, Syr-Darya basin, water consumption, climatic parameters, air temperature, temperature sums, precipitation.

Материал и методика. Для оценки изменчивости климатических характеристик были использованы ряды многолетних метеорологических наблюдений, которые проводились на 9 метеорологических станциях (МС) Агентства по гидрометеорологии Кыргызстана, расположенных в основных речных бассейнах в различных высотных зонах. В качестве основных климатических параметров, оказывающих влияние на водный сток речных систем, в настоящей статье рассмотрены следующие: среднегодовые и среднемесячные температуры воздуха и количество атмосферных осадков за 70-90 летний период наблюдений, суммы положительных температур за период от перехода через 0°C весной и осенью и количество дней с положительными температурами за период наблюдений с 1975 по 2020 гг, а также повторяемость типов синоптических процессов за период с 2002 по 2020 гг. Статистическая обработка данных проводилась с помощью стандартных пакетов Statistica и Excel.

Результаты и обсуждение. В масштабе региональной гидрографии речные системы Кыргызстана относятся к бассейну Аральского моря (76,5% территории), бассейну реки Тарим (12,4%), к внутреннему бассейну озера Иссык-Куль (10,8%) и к бассейну озера Балхаш (0,3%) [1]. К основным гидрологическим бассейнам Кыргызстана, рассмотренным в данной статье, относят Нарынский, Чуйский, Таласский, Иссык-Кульский и Сыр-Дарыинский бассейны, которые

включают порядка 126 рек.

Последняя оценка водных ресурсов Кыргызстана была проведена в 2000 г., результаты которой были опубликованы в монографии «Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе» [3]. С тех пор прошло более 20 лет и в период изменения климата остро стоит вопрос об оценке водных ресурсов в настоящее время.

Работа по оценке водных ресурсов была начата в лаборатории Поверхностных вод Института Водных проблем НАН КР, и первой проблемой было большое количество пропущенных данных в гидрологических

наблюдениях на гидропостах. Нами была решена задача по восстановлению пропущенных рядов, при этом использовался метод подбора реки-аналога с большим рядом наблюдений, удовлетворяющий критериям достоверности. При этом использовались данные гидрологических наблюдений на 147 гидропостах.

В таблице 1 представлены результаты восстановления рядов среднегодовых значений расходов воды на гидропостах речных бассейнов Кыргызстана. Как видно из таблицы восстановлено 86-100% данных.

Таблица 1

Результаты восстановления рядов среднегодовых значений расходов воды на гидропостах речных бассейнов Кыргызстана

Бассейн	Кол-во пропущенных данных	Кол-во восстановленных данных	Кол-во невосстановленных данных	% восстановленных данных от пропущенного количества
Нарынский	791	788	3	99,6
Чуйский	410	396	14	96,6
Иссык-Кульский	506	437	169	86,4
Таласский	334	334	0	100
Сыр-Дарьинский	918	882	36	96,1

Используя фактические и восстановленные данные были просчитаны тренды среднегодовых расходов воды на 126 реках в основных гидрологических бассейнах. Анализ трендов стока по рекам Нарынского, Чуйского, Иссык-Кульского Таласского и Сыр-Дарьинского бассейнов показал, что в целом от начала наблюдений по 2017 г. среднегодовой расход воды увеличился практически на всех реках (кроме 11 из 126 рассматриваемых рек). Увеличение расходов воды составило для Нарынского бассейна - 33,9-45,8%,

для Чуйского бассейна - 38,4-53,5%, Таласского бассейна -28-33%, для Иссык-Кульского бассейна - 51-85% и для Сыр-Дарьинского бассейна - 29-45%.

Основной целью данного исследования явилась оценка влияния метеорологических параметров на сток рек Кыргызстана. Для анализа были использованы данные 9 метеорологических станций (МС) Кыргызгидромета, располагающихся в речных бассейнах в разных высотных зонах. Характеристики МС приведены в таблице 2.

Таблица 2

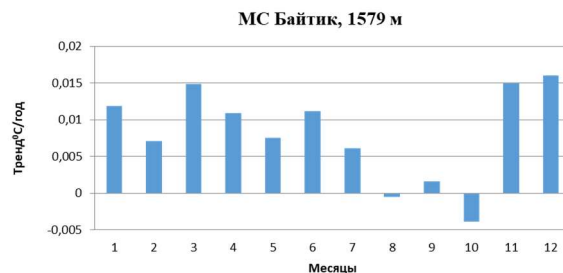
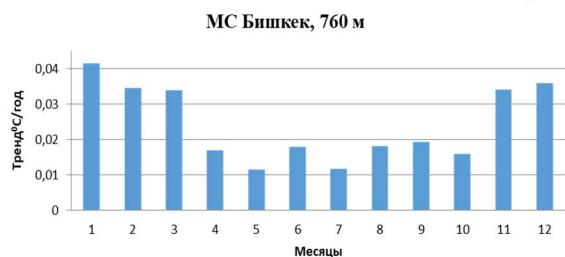
Метеорологическая освещенность основных речных бассейнов Кыргызстана

Станция	Высота, м	Период работы	Расположение
I - Иссык-Кульский бассейн			
1. Чолпон-Ата	1645	1960-2022	Северная центральная часть Иссык-Кульской котловины
2. Кызыл-Суу	1769	1951-2022	Южная центральная часть Иссык-Кульской котловины
II - Чуйский бассейн			
3. Бишкек	760	1928-2022	Центральная часть Чуйской долины
4. Байтык	1580	1914-2022	Низкогорная зона северного склона Кыргызского хребта
III - Таласский бассейн			
5. Талас	1217	1930-2022	Средняя часть днища Таласской долины
IV - Сыр-Дарьинский бассейн			
6. Пача-Ата	1537	1928-2022	Южный склон Чаткальского хр., долина р. Падша-Ата
7. Джалал-Абад	765	1947-2022	Подножье западного склона Ферганского хр., Кугартская долина
8. Узген	1012	1940-2022	Подножье юго-западного склона Ферганского хр., долина рек Ясы и Карадарья
IVb - Нарынский бассейн			
9. Нарын	2039	1885 - 2022	Средне-Нарынская котловина

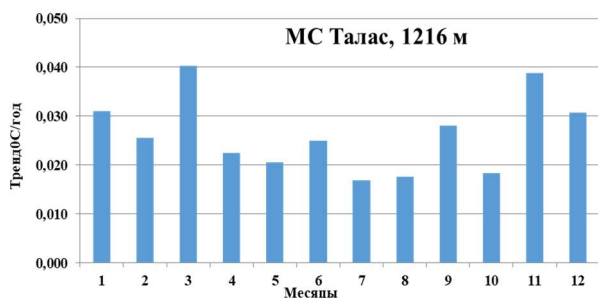
Среднегодовые и среднемесячные изменения температуры воздуха. Для характеристики изменений температуры воздуха по данным 9 метеостанций были построены многолетнее распределение и линейные тренды средней годовой температуры. Диаграммы среднемесячных значений трендов температуры для всех МС приведены на рисунке 1. Как видно из рисунков, на всех МС в течение всего года наблюдается положительный тренд температур и наибольших

значений он приобретает в холодный период года, а в летние месяцы он уменьшается почти в 2 раза. Увеличение температур за 70-90 лет составило для Чуйского и Таласского бассейнов – 0,7-2,4⁰С, для Иссык-Кульского и Нарынского бассейнов - 1,6-2,7⁰С, для Сыр-Дарьинского бассейна – 1,2-2,4⁰С. При чем в долинной зоне увеличение температуры оказалось выше на 1-1,5⁰С, чем на склонах хребтов.

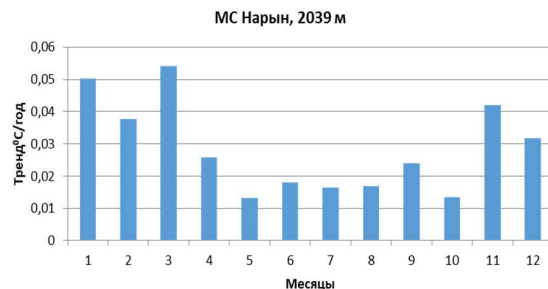
Чуйский бассейн



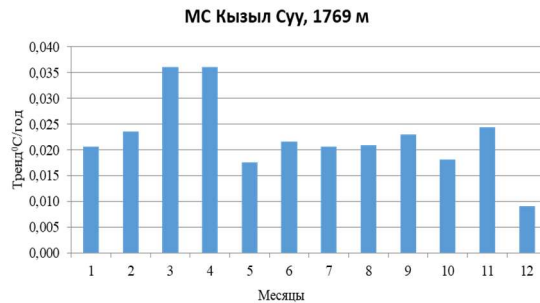
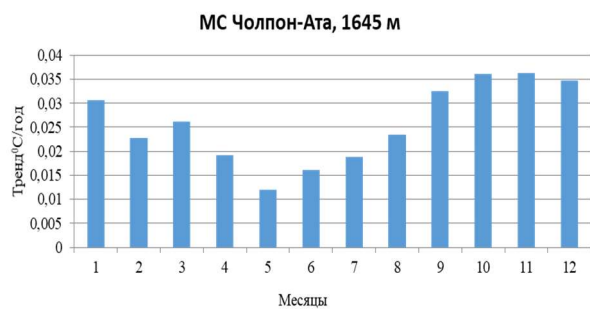
Таласский бассейн



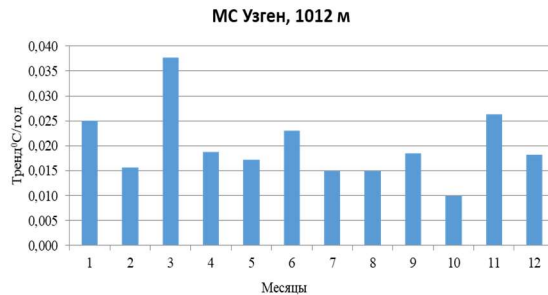
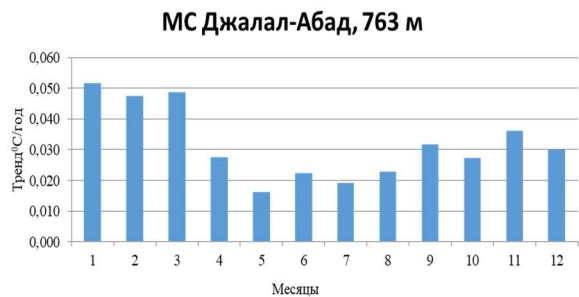
Нарынский бассейн



Иссык-Кульский бассейн



Сыр-Дарьинский бассейн



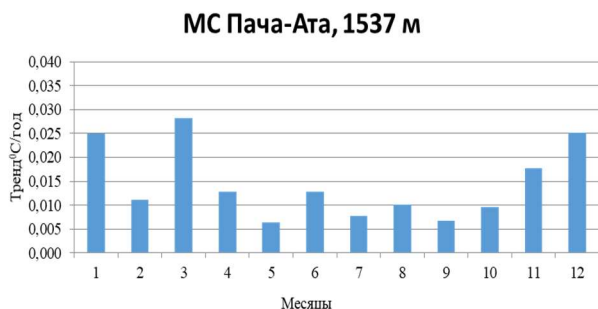
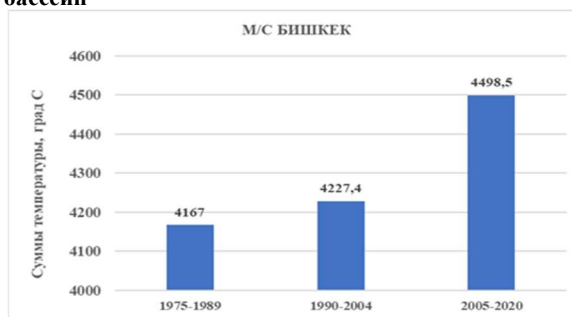
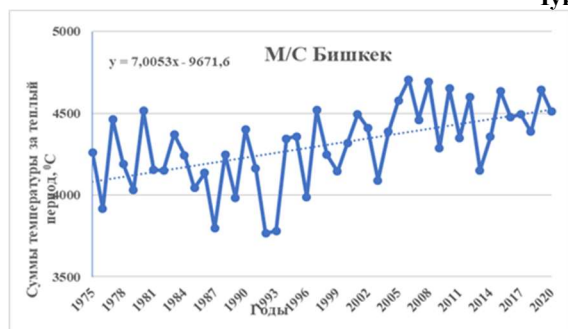


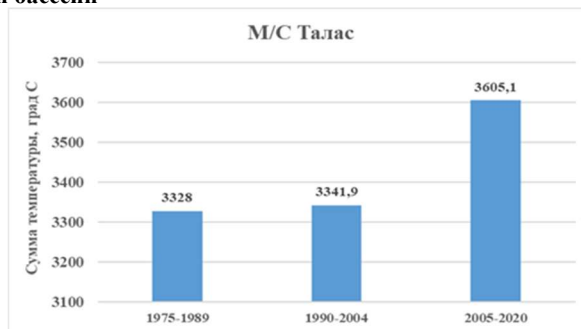
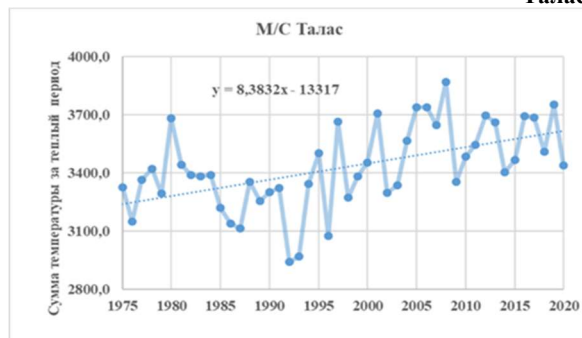
Рис. 1. Среднемесячные значения тренда температуры на МС в основных гидрологических бассейнах рек Кыргызстана

Изменения положительных температур в период половодья. Начало перехода температуры воздуха через 0°C в сторону увеличения, суммы накопленных положительных температур воздуха и продолжительность теплого периода (количество дней) сильно влияют на интенсивность таяния снега и ледников в верхних зонах водосборов и на формирование стока рек в период половодья. На рисунке 2 показан многолетний ход сумм положительных температур на 9 МС за 1975-2020 гг. (слева) и диаграмма сумм положительных температур по пятнадцатилетиям 1975-1989, 1990-2004, 2005-2020 гг. (справа). Суммы положительных температур рассчитывались от даты стабильного перехода среднесуточной температуры через 0°C весной до даты ее перехода осенью.

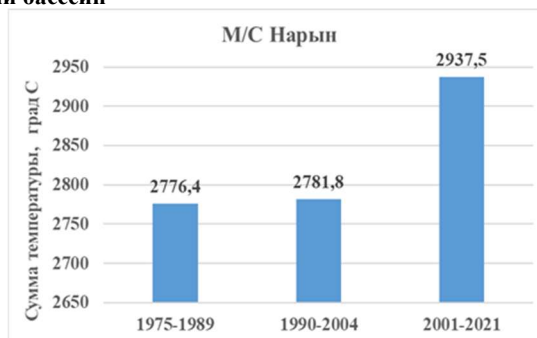
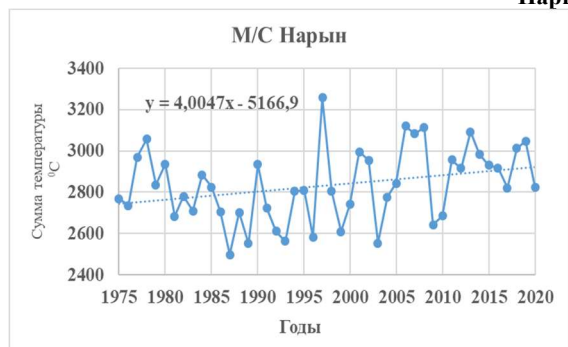
Чуйский бассейн



Таласский бассейн



Нарынский бассейн



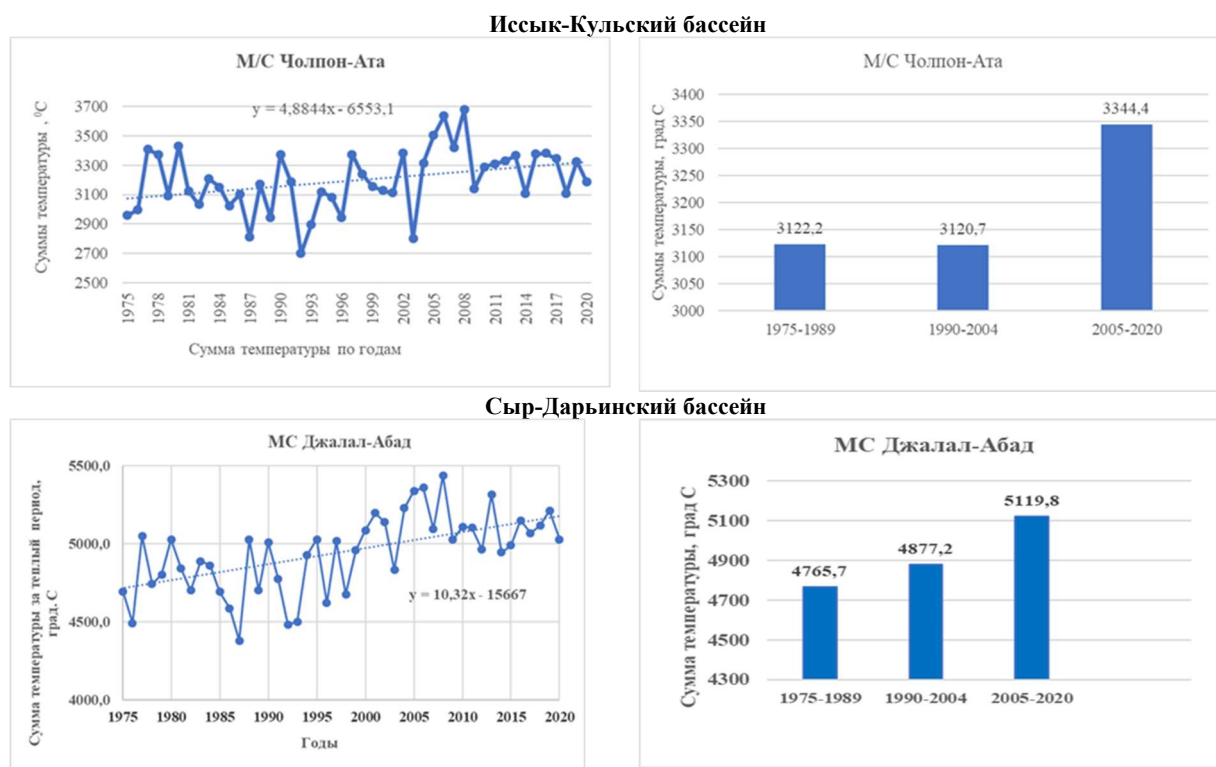


Рис. 3. Многолетний ход сумм положительных температур воздуха за 45 лет (слева) и суммы положительных температур воздуха по пятнадцатилетиям (справа) на МС Бишкек, Талас, Нарын, Чолпон-Ата, Джалал-Абад.

Как видно из рисунка 3 за последние 45 лет на всех МС наблюдается положительный тренд сумм положительных температур за теплый период и его увеличение составило 4,8-10,3 °С с 1975 по 2020 гг. Суммы положительных температур значительно повысились, больше всего в долининной зоне - на МС Бишкек и на МС Джалал-Абад на 331 и на 354°С соответственно, в среднегорье - на МС Чолпон-Ата и на МС Талас на 222 и на 277 °С соответственно, на МС Нарын всего на 161°С. Продолжительность теплового периода (количество дней) увеличилась больше всего на МС Джалал-Абад - 24 дня, на МС Бишкек на 17 дней, МС Нарын и МС Чолпон-Ата на 10 дней и на МС Талас на 7 дней. Такое значительное увеличение теплового периода сдвигает начало половодья на более ранние сроки, а возрастает суммы накопленного тепла приводит к быстрому стаяванию сезонного снежного покрова и более раннему началу таяния ледников. Паводковый режим на реках будет протекать более длительно и интенсивно.

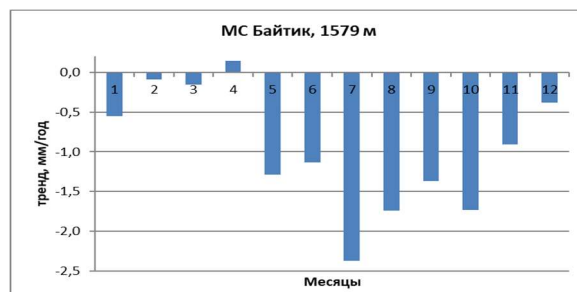
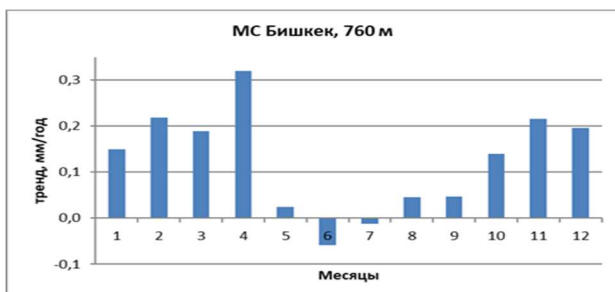
Годовые и сезонные изменения количества атмосферных осадков. В распределении годового количества атмосферных осадков по территории основных речных бассейнов наблюдается сильная неоднородность, обусловленная влиянием рельефа, расположением хребтов к направлению движения воздушных масс и особенностей общей циркуляции атмосферы над Центрально-Азиатским регионом.

К сожалению, изменчивость годовых сумм осадков в высокогорной зоне речных бассейнов Кыргызстана не представляется возможным из-за отсутствия там действующих метеостанций. Однако использование ряда наблюдений на 9 МС, расположенных в низко и среднегорной зоне позволит сделать оценку изменения осадков и впоследствии интерполировать их на другие высотные зоны. На рисунке 4 показаны диаграммы среднемесячных значений трендов количества осадков на 9 МС. Как видно из рисунка, в долининной зоне Чуйского и Таласского бассейнов (МС Бишкек и Талас) наблюдается хорошо выраженный годовой ход атмосферных осадков с положительными трендами в холодный период года и слаболожительными, и даже отрицательными трендами в теплый период года (с мая по сентябрь). В среднегорной зоне северного склона Кыргызского хребта (МС Байтык) отмечаются отрицательные тренды в течение всего года (кроме апреля). В Нарынском и Иссык-Кульском бассейнах (МС Нарын, Чолпон-Ата, Кызыл-Суу) наблюдается большой разброс в изменениях количества осадков по месяцам, а само значение тренда незначительно. В Сыр-Дарьинском бассейне в низкогорной зоне (МС Джалал-Абад, Узген) отмечаются отрицательные тренды распределения атмосферных осадков в течение года и только в августе, сентябре, декабре слаболожительные. В среднегорье (МС Пача-Ата) наблюдаются положительные тренды в течение всего года.

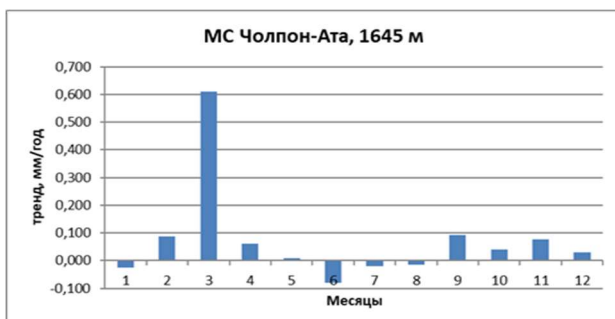
Циркуляционные условия климата. Особенности общей циркуляции атмосферы над Центрально-Азиатским регионом совместно с горным рельефом

создают особые климатические условия и как следствие гидрологический режим речных систем Кыргызстана.

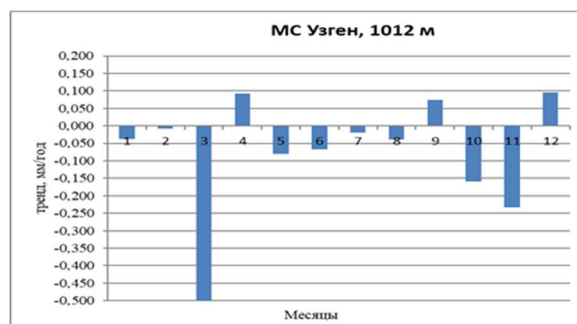
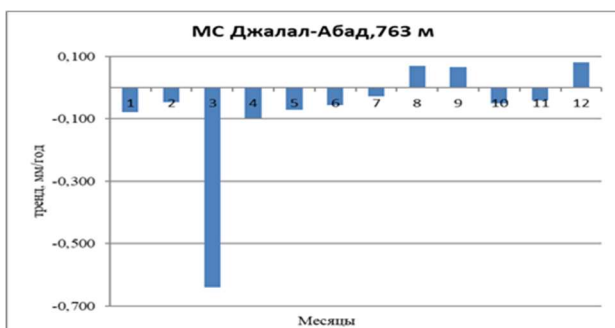
Чуйский бассейн



Иссык-Кульский бассейн



Сыр-Дарьинский бассейн



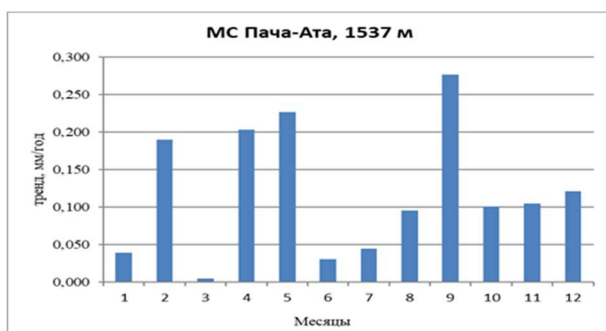


Рис. 4. Среднемесячные значения тренда атмосферных осадков на МС в основных гидрологических бассейнах рек Кыргызстана.

Циркуляционные условия описываются типами синоптических процессов, которых отмечается по общепринятой классификации 17 типов, приносящих различные погодные условия в регион. Для удобства эти синоптические типы были объединены в 4 большие группы, сходные по проявлению погодных условий. Так к погоде с выпадением осадков относят юго-

западные циклоны, западные, северо-западные и северные вторжения. Погоду без осадков зимой формируют периферии антициклонов, а жаркую погоду летом – малоградиентные поля и термическая депрессия. В таблице 3 приведена повторяемость типов синоптических процессов в % (норма и за 2002-2020 гг).

Таблица 3

Циркуляционные условия климата в Кыргызстане

Погода	Тип синоптического процесса	Повторяемость, %	
		2002-2020 гг.	норма
Погода с выпадением осадков	Юго-западные циклоны	5,0	3,7
	Западные вторжения	17,1	15,1
	Северо-западные вторжения	4,9	3,8
	Северные вторжения	6,5	3,0
Погода без осадков зимой	Периферии антициклона	31,3	32,4
Жаркая погода летом	Малоградиентные поля, термическая депрессия	28,6	30,9

Как видно из таблицы повторяемость синоптических типов, формирующих погоду с выпадением осадков за 2002-2020 гг. увеличилась по сравнению с нормой на 1-3,5%, погода же без осадков зимой и летом уменьшилась на 1 - 2,3%. Это объясняет полученные положительные тренды атмосферных осадков, наблюдаемые на МС, расположенных на периферийных хребтах северного Тянь-Шаня (МС Бишкек, Талас) и Ферганском хребте (МС Пача-Ата). На территории Внутреннего Тянь-Шаня (МС Нарын) и Иссык-Кульской котловины (МС Чолпон-Ата, Кызыл-Суу) такая зависимость не наблюдается, так как часто проникновение воздушных масс, дающих осадки в зимний период, не происходит из-за небольшой толщины нижней облачности, не достигающей высокогорной зоны этих районов.

Заключение. Статистический анализ режима температуры воздуха за последние 70-90 лет в основных речных бассейнах Кыргызстана показывает увеличение среднегодовой температуры воздуха на 1 – 2,7°C. Во внутригодовом ходе наблюдается более значительное увеличение зимой (на 3-5°C), менее значительное весной и осенью (2-3°C), и наименьшее – ле-

том (1-2°C). Суммы положительных температур значительно повысились, больше всего в долинной зоне - на 331-354°C (МС Бишкек, МС Джалал-Абад), в среднегорье - на 222 - 277°C (МС Чолпон-Ата, МС Талас), на МС Нарын на всего 161°C. Продолжительность теплого периода увеличилась больше всего на МС Джалал-Абад - 24 дня, на МС Бишкек на 17 дней, МС Нарын и МС Чолпон-Ата на 10 дней и на МС Талас на 7 дней.

В распределении атмосферных осадков для всех бассейнов четкой картины не отмечается. Так на склонах Кыргызского, Таласского и Ферганского хребтов наблюдается хорошо выраженный годовой ход атмосферных осадков с положительными трендами в холодный период года и слабopоложительными и даже с отрицательными в теплый. В Нарынском и Иссык-Кульском бассейнах наблюдается большой разброс в изменениях количества осадков по месяцам, а само значение тренда незначительно. В Сыр-Дарьинском бассейне в низкогорной зоне отмечаются отрицательные тренды распределения атмосферных осадков в течение года и только в отдельные месяцы слабopоложительные.

Особенности общей циркуляции атмосферы над Центрально-Азиатским регионом проявляются в повторяемости синоптических типов, формирующих погодные условия. Так погода с выпадением осадков за 2002-2020 гг. увеличилась по сравнению с нормой на 1-3,5%, погода же без осадков зимой и летом уменьшилась на 1-2,3%, это привело к увеличению осадков в зимний период на периферийных хребтах Тянь-Шаня.

Наблюдающееся в настоящее время повышение расходов воды на реках в основных бассейнах Кыргызстана благоприятно для сферы водопользования. Но неоднородное изменение температур в течение года, особенно увеличение их в зимний период, а также увеличение сумм положительных температур и продолжительности этого периода будет неоднозначно влиять на формирование стока рек. Увеличение теплого периода будет сдвигать начало половодья на более ранние сроки, а возрастание суммы накопленного тепла приведет к быстрому стаиванию сезонного снежного покрова и более раннему началу таяния ледников. Паводковый режим на реках будет протекать

более длительно и интенсивно.

Литература:

1. Гидрологическая изученность. - Т.14, вып.2. Средняя Азия. Бассейн озера Иссык-Куль, рек Чу, Талас, и Тарим. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 205 с.
2. Государственный водный кадастр. Многолетний данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т.ХI. Киргизская ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 450 с.
3. Маматканов Д. М., Бажанова Л. В., Романовский В. В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. - Бишкек: Илим, 2006. - 276 с.
4. Подрезов О.А., Подрезов А.О. Изменение современного климата северного и северо-западного Кыргызстана (температура и осадки 1930-2010 гг.). – Бишкек: КРСУ, 2017. - 324 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.14. Вып. 2. Бассейны оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим. Под ред. Большакова М.Н. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 307 с.
6. Стрижанцева О.М., Момуналиев Р.К. Проявление климатических изменений в Таласском гидрологическом бассейне. - Бишкек: Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, № 4, 2021. - С. 135-140.