

ГЕОГРАФИЯ ИЛИМДЕРИ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ
GEOGRAPHICAL SCIENCES

Калашикова О.Ю., Аламанов С.К., Усубалиев Р.А.

**ТЯНЬ-ШАНЬ ТООЛОРУНДАГЫ МӨНГҮДӨН АЗЫКТАНГАН
ДАРЫЯЛАРДЫН АГЫМЫНЫН КОМПОНЕНТТЕРИНИН ГЛОБАЛДЫК
КЛИМАТТЫН ӨЗГӨРҮҮ ШАРТЫНДАГЫ ДИНАМИКАСЫНА БАА БЕРҮҮ**

Калашикова О.Ю., Аламанов С.К., Усубалиев Р.А.

**ОЦЕНКА ДИНАМИКИ КОМПОНЕНТОВ СТОКА
РЕК ЛЕДНИКОВОГО ПИТАНИЯ В ГОРАХ ТЯНЬ-ШАНЯ
В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА**

O.Yu. Kalashnikova, R.A. Usubaliev, S.K. Alamanov

**CHANGES OF RUNOFF COMPONENTS ON HIGH-ALTITUDE
RIVERS OF GLACIAL NUTRITION OF THE TIEN-SHAN MOUNTAIN
UNDER THE CONDITIONS OF GLOBAL CLIMATE WARMING**

УДК: 551.48 + 551.5 + 551.32

Мөңгү суулары менен азыктануусу үстөмдүк кылган Тянь-Шандын бийик тоолуу дарыяларынын агымынын көбөйүшү, учурда болуп жаткан климаттын глобалдык өзгөрүшүнө жана мөңгүлөрдүн аянтынын кыскарышына байланыштуу. Макалада, Нарын дарыясы мөңгү-кар суулары менен азыктанган бассейнин Нарын шаарынын Гидропостуна чейинки чегинде, гидрологиялык жана метеорологиялык параметрлердин 1940-2018-жылдар аралыгындагы өзгөрүүлөрү иликтенген. Жогорку Нарындын, Нарын шаарына чейин, суу агымынын компоненттеринин өзгөрүшүнүн анализи, агымдын негизги түзүүчүлөрү - эриген кар, мөңгү сууларынын жана жер кыртышынан азыктануусунун көлөмдөрүнүн 1993-жылдан бүгүнкү мезгилге чейин көбөйгөнүн көрсөтүп турат. Акыркы 70 жылда байкалган Нарын дарыясынын бассейниндеги мөңгүлөрдүн аянтынын 20%га кыскарышы, мөңгүдөн келген агымдын көлөмүнүн 1993-2017-жылдар аралыгында, 1940-1992-жылдардагы мезгилге салыштырганда 30%га чейин көбөйүшүнө алып келген. Ошол эле салыштырылган мезгилдерде, суук мезгилдеги кардын топтолушунун шарттарына байланыштуу, кардын эриген сууларынын агымынын көлөмү дээрлик эки эсе көбөйгөн. Дарыянын суусу тартылган мезгилдеги жана жер кыртышынан келген агымдарынын 40%га көбөйүшү кыртыш сууларын азыктандырып жаткан сезондук кардын жана мөңгүлөрдүн эриген сууларынын көлөмүнүн көбөйүшү менен байланыштуу.

Негизги сөздөр: климаттын өзгөрүшү, суу агымы, суу агымынын компоненттери, мөңгүлөнүү, мөңгүлөрдүн аянты, дарыя алабы, Нарын дарыясы, Тянь-Шань, Кыргызстан.

Увеличение стока высокогорных рек Тянь-Шаня с преобладанием ледникового питания связаны с глобальным потеплением и происходящим сокращением площади оледенения. В статье проведен анализ изменения гидрологических и метеорологических параметров в бассейне реки Нарын до гидропоста г.Нарын, в пределах которого река имеет ледниково-снеговое питание за многолетний период, с 1940 по 2018 годы. Анализ изменения компонентов стока в верховьях реки Нарын, до г. Нарын показывает увеличение в нём объема основных составляющих - талой снеговой, талой ледниковой и грунтового питания с 1993 года по настоящее время. За последние 70 лет наблюдается сокращение площади оледенения в верховьях реки Нарын на 20%, что привело к увеличению объема талого ледникового стока на 30% за период с 1993 г. по 2017 г., по сравнению с периодом с 1940 г. по 1992 гг. Также за те же сравнительные периоды увеличился объем стока за счет талых снеговых вод почти в два раза, что связано с условиями накопления снегозапасов за холодный период. Увеличение межсезонного и грунтового стока реки на 40% связано с увеличением объема стока талых вод сезонного снега и ледников, подпитывающих грунтовые воды.

Ключевые слова: изменение климата, сток реки, компоненты стока, оледенение, площадь ледников, бассейн реки, река Нарын, Тянь-Шань, Кыргызстан.

An increase in the flow of high-altitude rivers of the Tien Shan with the predominance of glacial nutrition is associated with global warming and the ongoing reduction in the area of glaciation. The article analyzes the changes in hydrological and meteorological parameters in the Naryn river basin to the Naryn

hydropost, where the river has a glacial-snow supply for a long period from 1940 to 2018. Analysis of changes in the flow components in the upper reaches of the Naryn river-Naryn shows an increase in the volume of flow of the main components, snowmelt, glacial melt and ground food from 1993 to the present. Over the past 70 years, there has been a 20% reduction in the area of glaciation in the Naryn river basin, which has led to an increase in the volume of glacial melt runoff by 30% since 1993. in 2017, compared to the period from 1940 to 1992. Also, during the same comparative periods, the volume of runoff due to snowmelt increased almost twice, which is due to the conditions of accumulation of snow reserves during the cold period. The 40% increase in inter-soil and ground flow of the river is due to an increase in the volume of meltwater runoff from seasonal snow and glaciers that feed the ground water.

Key words: climate change, components of runoff, glaciers, the area of glaciers, the Naryn River, Tyan-Shan, Kyrgyzstan.

Введение. Исследуемая область – верховья реки Нарын относится к высокогорным ледниковым бассейнам горной системы Тянь-Шаня на территории Кыргызстана (ориентировочно, 76°00'-78°30' в.д.; 41°00'-42°00' с.ш.). Длина реки Нарын до гидропоста г.Нарын составляет 190 км, площадь бассейна 10500 км². Бассейн простирается в диапазоне высот от 1974 до 5133 м.над уровнем моря, средняя высота водосбора 3570 м.н.у.м. (Рис.1).

По данным гидропоста р. Нарын – г. Нарын (2040 м.н.у.м.) наблюдательной сети Кыргызгидромета за период наблюдений с 1940 г. по 2017 г. среднегодовой сток реки составил 92,9 м³/с, максимальный наблюдаемый расход воды зафиксирован 19 июня 1966 г. и составил 858 м³/с, минимальный – 22 января 1938 г. и составил 5,9 м³/с [1].

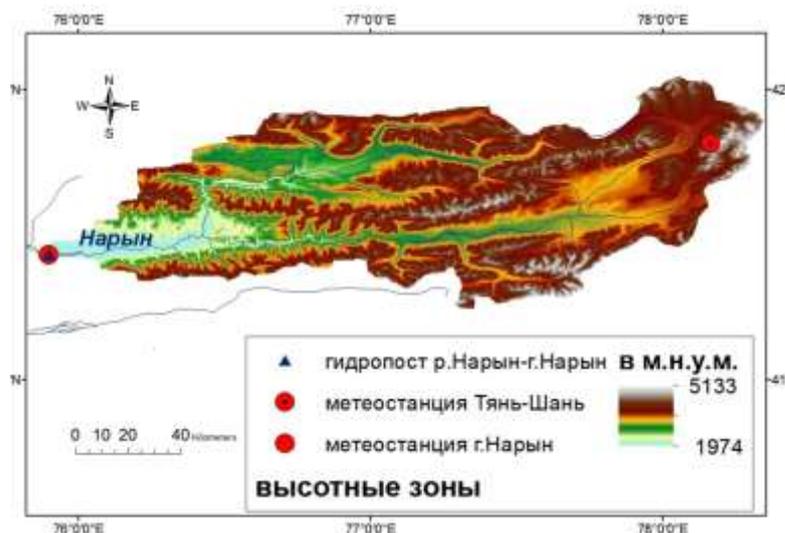


Рис. 1. Расположение на территории бассейна реки Нарын до города Нарын метеостанций и гидропоста.

Изменение ледникового стока на реке Нарын имеет как научный, так и практический интерес. Водность реки используется на орошение пахотных земель в бассейне реки Нарын и на водообеспечение города Нарын и населенных пунктов по течению реки в засушливый летний период, в период, когда большая часть стока формируется за счет таяния ледников.

Глобальное потепление, которое с середины 70-х годов прошлого столетия идет высокими темпами, приводит в первую очередь к деградации оледенения в горных районах Центральной Азии и изменению ледникового питания реки, имеющего важное значение для орошения в засушливый летний период [2].

За многолетний период наблюдений анализ метеопараметров по территории Кыргызстана проводился в 2016 г. [3]. В статье проведен анализ метеопараметров за период наблюдений с 1940 по 2018 гг.

Анализ изменения оледенения за 70-летний период показал, что площадь оледенения в верховье реки Нарын сократилась на 20%. Сравнение площади современного оледенения, составляющего 511.4 км² за 2013-2016 гг. (по данным спутниковых снимков Landsat) и 618.6 км² (по данными Каталога ледников СССР по состоянию ледников в 40-70-е годы XX века), при этом количество ледников, имеющих размеры менее 0,1 км² увеличилось почти в два раза [4].

Использованные данные и методика обработки данных. Для анализа изменения гидрологических и метеорологических параметров в верховьях реки Нарын использованы фондовые данные Кыргызгидромета по гидропосту р. Нарын – г. Нарын и метеостанции г. Нарын за период с 1940 по 2017 гг. [1].

Для оценки изменения гидрологических и метеорологических параметров в бассейне реки Нарын использовался статистический анализ [5]. Для оценки изменения основных источников питания (грунтового

стока, талого снегового и ледникового) использовался метод расчленения гидрографа [6, 7].

Результаты исследования. Анализ трендов суммы осадков за холодный (октябрь - апрель) и теплый (май-сентябрь) периоды показывает незначительную тенденцию к повышению за период наблюдений с 1940 по 2018 гг. (рис. 2), что соответствует выводам, сделанным в 2016 г. Центральным-Азиатским Институтом Прикладных Исследований Земли [3].

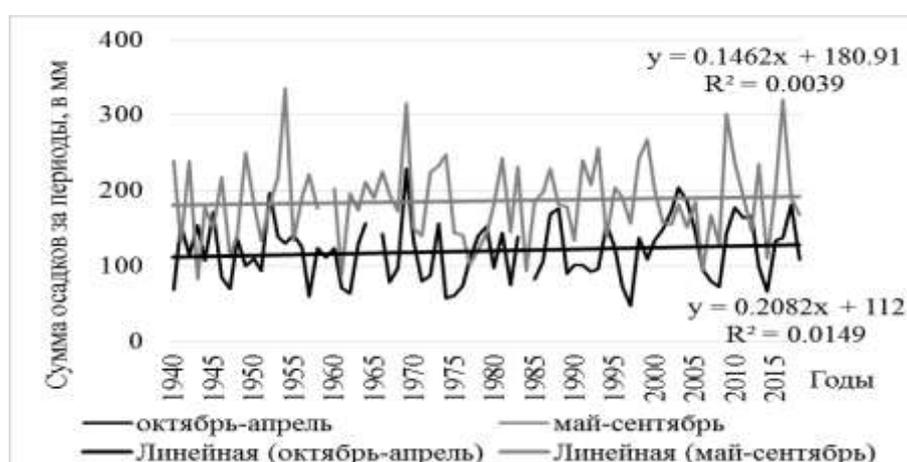


Рис. 2. Изменение суммы осадков за холодный (октябрь-апрель) и теплый (май-сентябрь) периоды по данным метеостанции Нарын за период наблюдений 1940-2018 гг.

Наибольшее повышение температуры воздуха за период повышения водности реки Нарын с 1993 г. по 2018 г. в сравнении с периодом с 1940 г. по 1992 г. отмечалось за холодный период с ноября по март и в сентябре – на 1,2-2,7 °С, в остальные месяцы – с апреля по август и в октябре повышение температуры воздуха было на 0,7-0,9 °С (таб.1).

Таблица 1

Средняя месячная температура воздуха (в градусах Цельсия) и ее сравнение за периоды 1993-2018гг. и 1940-1992гг. по данным метеостанции Нарын

	Температура воздуха за месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1940-1992	-16,2	-12,9	-3,0	7,1	11,5	14,4	17,2	17,0	12,6	5,7	-4,1	-12,8
1993-2018	-14,8	-10,9	-1,1	7,9	12,2	15,3	17,8	17,9	13,8	6,5	-1,3	-11,3
В сравнении 1993-2018 к 1940-1992	1,4	2,0	1,9	0,9	0,7	0,9	0,7	0,9	1,2	0,7	2,7	1,5

Река Нарын в створе г. Нарын относится к ледниково-снеговому типу питания [8]. Половодье на реке Нарын, отмечается в период с апреля по сентябрь (октябрь). Отношение стока рек за месяцы талого ледникового питания к стоку за месяцы талого снегового питания составляет 1,40, пик паводков отмечается в июне-июле.

Повышение температуры воздуха в течение года сказывается на повышении стока как в месяцы ледникового, так и в месяцы сезонного снеготаяния. График расходов воды за период с 1940 по 2017 гг. показывает, что наблюдается устойчивая тенденция повышения водности в верховьях реки Нарын как в период март-июнь, так и в период июль-сентябрь (рис. 3).

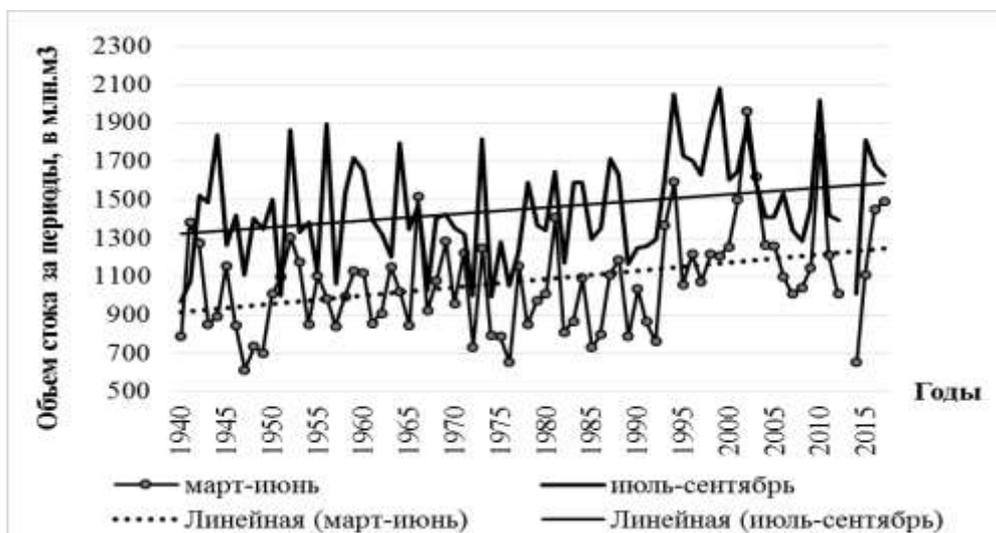


Рис. 3. Изменение расходов воды в верховьях реки Нарын в периоды март-июнь и июль-сентябрь за период наблюдений с 1940 по 2017 гг.

Проведенный анализ разностно-интегральной кривой показал, что повышение среднегодовых расходов воды в верхнем течении реки Нарын в створе г.Нарын отмечается с 1993 г. по настоящее время, что совпадает с периодом, который был определен в 2006 г. Институтом водных проблем и гидроэнергетики Национальной Академии Наук Кыргызской Республики [9].

Метод расчленения гидрографа для оценки изменения основных источников питания (грунтового, талого снегового и ледникового стока) был применен к последнему периоду стабильного повышения водности с 1993 по 2017 гг. В таблице 1 представлены результаты расчетов доля по типам питания (в млн.м³) и в процентах от общего стока, даты начала и окончания периода таяния сезонного снега и ледников за эти годы.

Таблица 1

Доля стока по типам питания (в млн.м³) и в процентах от общего стока, даты начала и окончания периода таяния сезонного снега и ледников в 1992 и 2017 гг.

Годы	Доля по типам питания в млн.м ³ и в процентах от общего стока и дата начала и окончания периода таяния снега и ледников					
	Базисный сток (грунтовое питание)		Талый снеговой сток		Талый ледниковый сток	
	в млн.м ³	в %	в млн.м ³	в %	в млн.м ³	в %
1992	969	39	562	23	940	38
			15.04-06.07		7.07-19.10	
2017	1347	37	1080	29	1245	34
			17.04-30.06		1.07-17.10	
Отношение стока по типам питания в 2016 г. к 1992 г. в процентах						
	%	139	%	192	%	132

Сравнительный график изменения объемов стока за 1992 и 2017 годы показан на рисунке 4.

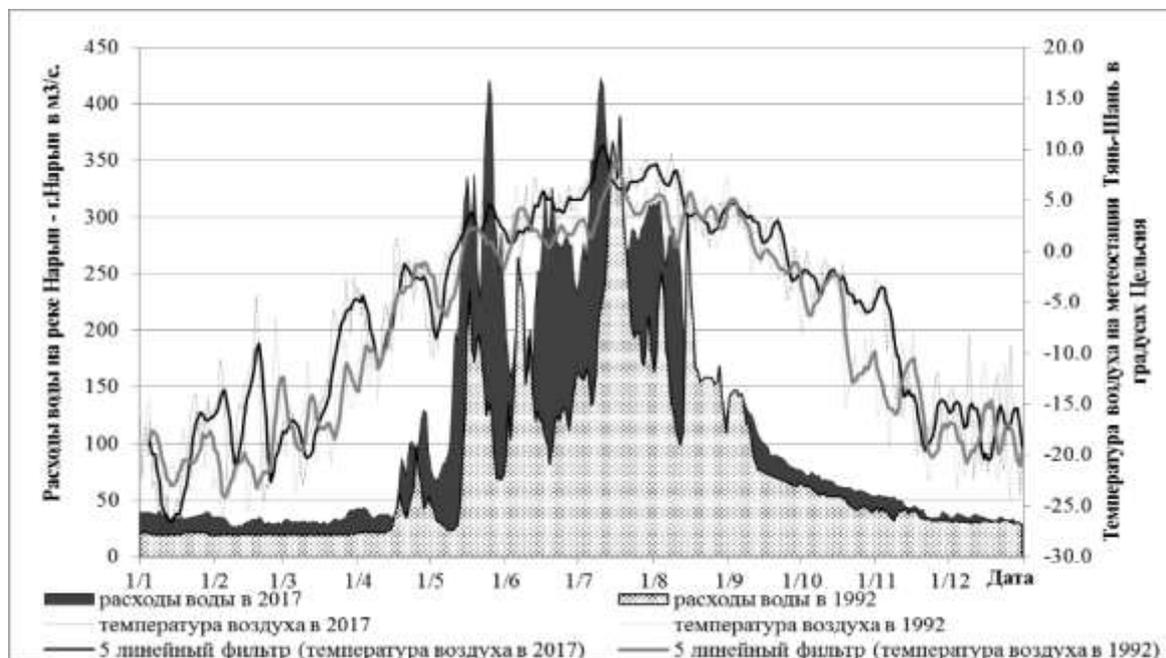


Рис. 4. Совмещенные гидрографы стока р.Нарын – г.Нарын и температуры воздуха на МС Тянь-Шань за 2017 г. и 1992 г.

Анализ гидрографов стока показал, что начало половодья в верховьях реки Нарын, связанное с таянием сезонного снежного покрова, в 2017. и в 1992. началось в одни и те же даты в середине апреля и закончилось также во второй половине октября.

Даты начала таяния ледников приходятся на 30 июня в 2017 г. и на 7 июля в 1992 г. с разницей 8 дней. Анализ изменения составляющих стока по типам питания показал, что объем стока за счет таяния ледников в 2017 г. был выше и составил 132% значений 1992 г., что связано с более высокой температурой воздуха в 2017 г. (рис.4).

Объем талого снегового стока в 2017 г. был значительно выше и составил 192% объема стока за 1992, что связано со сложившимися условиями накопления снегов запасов в бассейне реки Нарын. Так по данным метеостанции Нарын, сумма осадков за холодный период (октябрь-апрель) 2017 года составила 181 мм, что в два раза выше значений 1992-го года (93 мм). Объем базисного стока (или грунтового питания) в 2017 г. был также выше и составил 139% объема стока в 1992 г.

Выводы. Повышение стока в верховьях реки Нарын наблюдается с 1993 г. по настоящее время и

связано с глобальным потеплением и повышением температуры воздуха в течение года.

За последние 70 лет наблюдается сокращение площади оледенения в бассейне реки Нарын (на 20%), что приводит к значительному увеличению объема стока за счет таяния ледников. За период с 1993 г. по 2017 г. талый ледниковый сток увеличился на 30%.

Также за период с 1993 по 2017 годы увеличился объем стока за счет талых снеговых вод почти в два раза, что связано с условиями накопления снегов запасов за холодный период, в частности в 2017 г. по сравнению с 1992 г.

Увеличение меженного стока реки на 40% связано также с увеличением объема грунтового стока как за счет дождевого, так и за счет талых вод сезонного снега и ледников [9].

Благодарность:

Эта работа была проведена при поддержке проекта CAWa (Central Asian Water) (www.cawa-project.net, контракт нет. AA7090002), финансируемым федеральным Министерством иностранных дел Германии в рамках 343-й германской водной инициативы для Центральной Азии («Берлинский процесс»).

Литература:

1. Гидрологический ежегодник за 1992 г. и 2017 г. Фонды Кыргызгидромета.
 2. Межправительственная группа экспертов по изменению климата Обобщающий доклад. - Женева, 2014.
 3. Молдобеков Б.Д., Мандычев А.Н., Калашникова О.Ю., Павлова И.А., Подrezова Ю.А. Исследование тенденции изменения климата в Кыргызстане. / Вестник МУК. 2016. - №1(29).
 4. Шабунин А.Г. Каталог ледников Кыргызстана. Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли. - Бишкек, 2018.
 5. Подrezов О.А. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических данных. / Учебник. - Бишкек, 2019.
 6. Руководство по гидрометеорологическим прогнозам. Практическое руководство. - Ленинград, 1989.
 7. Щеглова О.П. Питание рек Средней Азии. - Т., 1960.
 8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Монография. - Том 14. - Вып.1. - Ленинград, 1974.
 9. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. - Бишкек, 2006.
-