

**ГЕОГРАФИЯ ИЛИМДЕРИ**  
**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**GEOGRAPHICAL SCIENCES**

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

**КӨП ЖЫЛДЫК МЕЗГИЛ АРАЛЫГЫНДА НАРЫН  
 ДАРЫЯСЫНЫН АГЫМЫНЫН ТҮЗҮҮЧҮЛӨРҮНҮН  
 КӨЛӨМДӨРҮНҮН ӨЗГӨРҮШҮ  
 (1964-2017-жылдар)**

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

**ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЁМОВ СОСТАВЛЯЮЩИХ  
 СТОКА НА РЕКЕ НАРЫН ЗА МНОГОЛЕТНИЙ  
 ПЕРИОД (1964-2017 годы)**

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

**CHANGING THE VOLUME OF COMPONENTS  
 FLOW ON THE NARYN RIVER FOR MANY YEARS  
 PERIOD (1964-2017 years)**

УДК: 551.48 + 551.5 + 551.32

Макалада Токтогул суу сактагычынын негизги куй-масы болгон Нарын дарыясынын агымынын компоненттеринин өзгөрүүсү, дарыянын көлмөгө кошулган жерине жакын жайгашкан Уч-Терек гидропостунун маалыматтарынын негизинде иликтенди. 1993-жылдан азыркы мезгилге чейин, агымдын негизги түзүүчүлөрү болгон – кардын, мөңгүлөрдүн эриген сууларынын жана жер кыртышынан азыктануусунун көлөмдөрү өскөнү байкалат. Бул өзгөрүүлөргө таасирин тийгизген негизги факторлордун негизгилери глобалдык жылуулануу менен байланышкан мөңгүлөрдүн деградациясы, жана жылдын суук мезгилиндеги жаан-чачындын көбөйүшү. Акыркы 70 жылдын аралыгындагы Нарын дарыясынын алабындагы мөңгүлөрдүн аянтынын 17%-га азайышы байкалып, мөңгүнүн эришинен пайда болуучу агымдын көлөмүнүн 1993-жылдан 2017-жылга чейинки мезгилде 1964-2017-чи жылдарга салыштырганда бир жарым эсеге көбөйүшүнө алып келген. Ошол эле салыштырылып жаткан мезгилдерде, Нарын дарыясынын бассейнинде мезгилдүү кардын запасынын көбөйүшүн шарттаган, жалпы эле жаан-чачындын санынын өсүшүнүн жалпы тенденциясына байланыштуу, эриген кар суусунун агымынын көлөмү 25%-га көбөйгөн. Дарыянын агымынын суу тартылган мезгилиндеги 26%-га көбөйүшү, кар менен мөңгүлөрдүн эриген сууларынын эсебинен жер кыртыш

сууларынын көбөйүшү менен байланыштуу.

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

В статье проведен анализ изменения компонентов стока реки Нарын, основного притока Токтогульского водохранилища, по данным гидропоста Уч-Терек, расположенного перед впадением реки в водоём, за многолетний период с 1964 по 2017 гг. С 1993 года по настоящее время наблюдается увеличение объема стока основных составляющих - талой снеговой и ледниковой и грунтового питания. Основными факторами, влияющими на эти изменения, являются деградация оледенения, связанная с глобальным потеплением, а также увеличение количества осадков за холодный период. Так за последние 70 лет наблюдается сокращение площади оледенения в бассейне реки Нарын на 17%, что привело к значительному увеличению объема талых ледникового стока за период с 1993г. по 2017г., который увеличился более чем в полтора раза по сравнению с периодом с 1964г. по 1992г. Также увеличился объем стока за счет талых снеговых вод за тот же сравнительный период на 25%, что связано с общей тенденцией увеличения осадков и, соответственно, запасов сезонного снега в бассейне реки Нарын. Увеличение межсезонного стока реки на 26%

связано, соответственно, с увеличением объема грунтового стока за счет талых вод сезонного снега и ледников.

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

*In this article analyzes changes in the components of the flow of the Naryn River to the Uch-Terek hydropost, the main tributary to the Toktogul reservoir, for the period from 1964 to 2017. Since 1993, there has been then increase in the volume of runoff of the main components-snowmelt, glacial melt and ground nutrition. The main factors influencing these changes are the degradation of glaciation associated with global warming, as well as an increase in precipitation during the winter period. Over the past 70 years, there has been a 17% reduction in the area of glaciation in the Naryn river basin, which has led to a significant increase in the volume of glacial melt flow since 1993. in 2017, which increased by more than one and a half times compared to the period from 1964-1992. The volume of runoff from snowmelt also increased by 25% over the same comparative period, which is due to the General trend of increasing precipitation and, accordingly, seasonal snow reserves in the Naryn river basin. The increase in the river's inter-soil flow by 26% is due, respectively, to an increase in the volume of ground runoff due to meltwater from seasonal snow and glaciers.*

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

### Введение.

Бассейн реки Нарын расположен в Кыргызстане, Центральная Азия и относится к Тянь-Шанской горной системе (ориентировочно, 73° - 78° 30' в. д.; 40° 30' - 42° 30' с.ш.). Длина реки Нарын до гидропоста с. Уч-Терек составляет 560 км, площадь бассейна 47000 км<sup>2</sup>, площадь оледенения около % от площади бассейна [1]. Бассейн простирается в диапазоне высот от 909 до 5133 м.над уровнем моря (рис. 1).

По данным гидропоста р.Нарын – с.Уч-Терек (892 м.н.у.м.) наблюдательной сети Кыргызгидромета за период наблюдений с 1964 г. по 2017 г. среднегодовой сток реки составил 347 м<sup>3</sup>/с, максимальный наблюденный расход воды наблюдался 20 июня 1966 г. и составил 2400 м<sup>3</sup>/с, минимальный – 6 января 1967 г. и составил 49,6 м<sup>3</sup>/с. Средняя годовая сумма осадков за многолетний период наблюдений в нижнем течении реки составляет - 392 мм (на высоте 821 м.н.у.м. по данным метеостанции

Токтогул), в среднем течении реки – 301 мм (на высоте 2040 м.н.у.м. по данным метеостанции г.Нарын), в верхнем течении реки – 390 мм (на высоте 3639 м.н.у.м. по данным автоматической метеостанции Тянь-Шань (Кумтор) за период с 2000 по 2018 гг.). Соответственно, среднегодовая температура воздуха в нижнем течении реки составляет 11,2°С, в среднем течении – 3,3°С и в верхнем течении – -5,8°С [1]. Изменения температуры воздуха в совокупности с изменениями других характеристик климата оказывают влияние на интенсивность формирования стока, при высокой согласованности его внутригодового распределения [2].

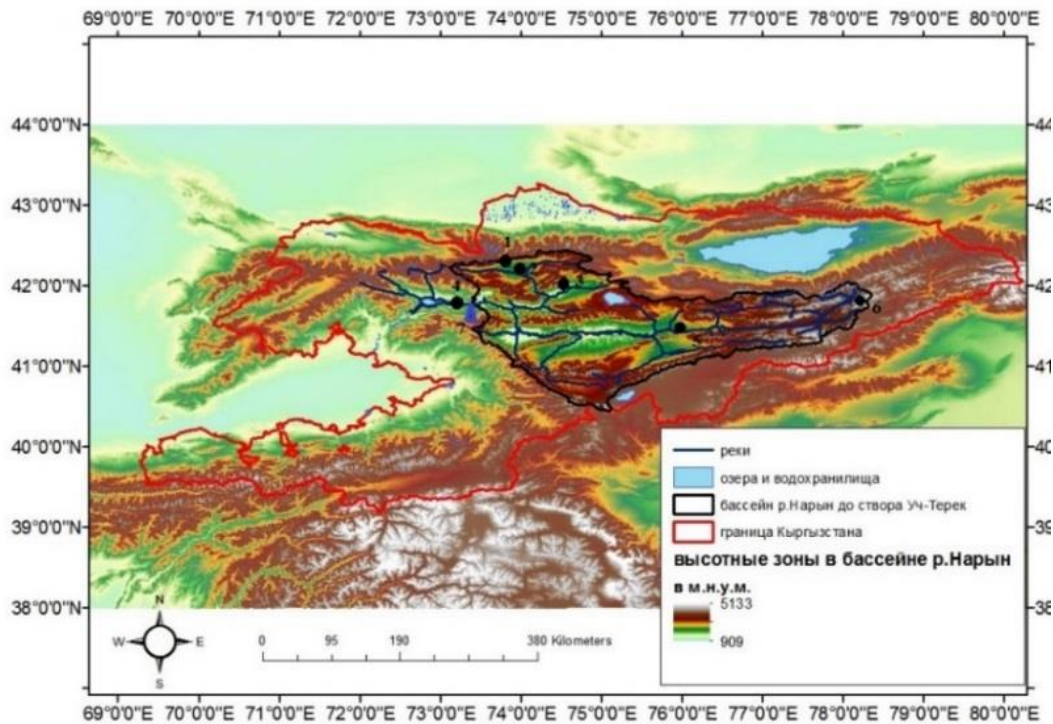
Река Нарын имеет трансграничное значение и ее воды используются четырьмя государствами Кыргызстаном, Узбекистаном, Казахстаном и Таджикистаном. Ресурсы поверхностных вод в суббассейне реки Нарын, формируемые на территории Кыргызстана, оцениваются в 13,7 км<sup>3</sup> /г. (на основе наблюдений до 2000 г.) [3]. В 1982 г. на реке было построено Токтогульское водохранилище (проектный объем 19,5 млрд.м<sup>3</sup>), ниже по течению реки расположены несколько каскадов ГЭС. Исследуемый бассейн реки Нарын до створа Уч-Терек является основным притоком в водохранилище. В зимний период Токтогульское водохранилище используется в целях гидроэнергетики, в весенне-летний период – для орошения пахотных земель и противопаводковой защиты. Площадь орошаемых пахотных земель в киргизской части бассейна составляет около 115 тыс. – 120 тыс. га [3].

Исследование водообеспеченности реки Нарын необходимо не только для решения вопросов, связанных с трансграничным вододелием, но и для предупреждения социально-экономических рисков, связанных с вопросами устойчивого развития сельских сообществ в Кыргызской Республике [4].

Результаты анализа метеорологической информации, в основном, Кыргызгидромета, показали, что для всей территории Кыргызстана средняя годовая температура в XX веке в пересчете на 100 лет возросла на 1,6°С, что значительно выше глобального потепления Земли, равного 0,75°С на этом же промежутке времени. Наибольшее потепление наблюдалось зимой (2,6°С), а наименьшее летом (1,2°С). Причем для Нарына в январе оно достигало 5,2°С. Что касается осадков, то в целом по территории Кыргызстана в XX веке их количество в году

увеличилось незначительно – на 23 мм или на 6%. В трех климатических областях общая сумма осадков увеличилась, а во Внутреннем Тянь-Шане, занимающем значительную часть территории

Кыргызстана, они либо практически остались неизменными (МС Нарын), либо значительно уменьшились (МС Суусамыр, Тянь-Шань) [5].



**Рис. 1.** Расположение бассейна р.Нарын до гидропоста Уч-Терек на территории Кыргызстана. Расположение на территории бассейна метеостанций: 1 – Тюя-Ашуу, 2 – Суусамыр, 3 – Чаек, 4 – Токтогул, 5 – г.Нарын, 6 – Тянь-Шань; гидропоста – 7 – р.Нарын – с. Уч-Терек.

Анализ изменения оледенения за 70-и летний период (сравнение современного состояния оледенения за 2013-2016 гг.) по данным спутниковых снимков Landsat с данными Каталога ледников СССР (по состоянию ледников в 40-70-е годы XX века) показал, что площадь оледенения в Нарынском бассейне сократилась на 17%, при этом количество ледников, имеющих размеры менее 1 км<sup>2</sup> увеличилось почти в три раза [6].

**Использованные данные и методика обработки данных.** Для анализа изменения стока на реке Нарын использованы фондовые данные Кыргызгидромета по гидропосту р.Нарын – с.Уч-Терек за период с 1964 по 2016 гг. [1]. С 1988 года по настоящее время в летний период уровни воды на реке Нарын в этом створе часто находятся в подпоре от наполненного Токтогульского водохранилища и

расходы воды не измеряются. Поэтому, имея в наличии данные о притоке воды в Токтогульское водохранилище за 2000-2016 гг., а также сведения фондов Кыргызгидромета о боковой приточности в водохранилище, сток реки в створе с.Уч-Терек за этот период был восстановлен.

Для оценки изменения стока на реке Нарын использовался статистический анализ [7]. Для оценки изменения основных источников питания использовался метод расчленения гидрографа [7,9].

**Изменение стока реки Нарын за периоды ледникового и снегового таяния.** Река Нарын в створе с.Уч-Терек относится к снегово-ледниковому типу питания [10]. Половодье на реке Нарын, вызванное таянием сезонного снега, отмечается в период с апреля по июнь, таянием ледников – с июля по сентябрь (октябрь). Отношение стока рек

за месяцы талого ледникового питания к стоку за месяцы талого снегового питания составляет 0,87, пик паводков отмечается в июне.

График расходов воды за период с 1964 по 2017 гг. показывает, что наблюдается устойчивая тенденция повышения водности реки Нарын в

период март-июнь, а также небольшая тенденция на повышение водности – в период июль-сентябрь (рис. 2). Можно выделить два периода изменения среднегодовых расходов воды на реке Нарын в створе с.Уч-Терек: 1964-1992 гг. – период понижения, 1993-2017 гг. – период повышения стока.

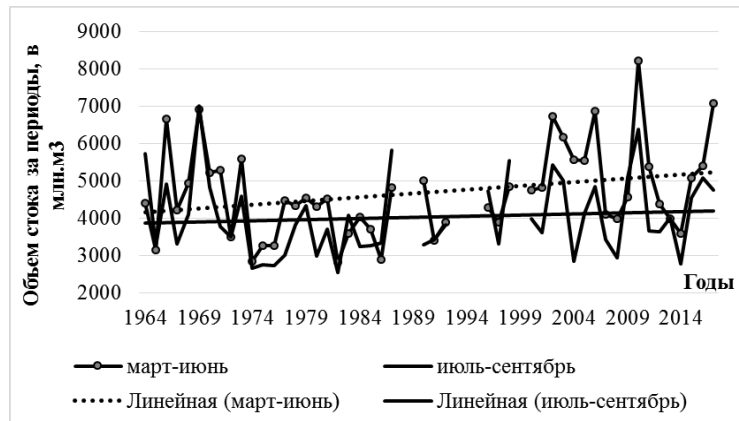


Рис. 2. Изменение расходов воды реки Нарын в период март-июнь и в период июль-сентябрь за период наблюдений с 1964 по 2017 гг.

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 2017гг. Сравнительные графики гидрографов стока за 1992 и 2016

годы показаны на рисунке 3. В таблице 1 представлены результаты расчетов доли стока по типам питания (в млн.м<sup>3</sup>) и в процентах от общего стока, даты начала и окончания периода таяния сезонного снега и ледников в 1992 и 2016гг.

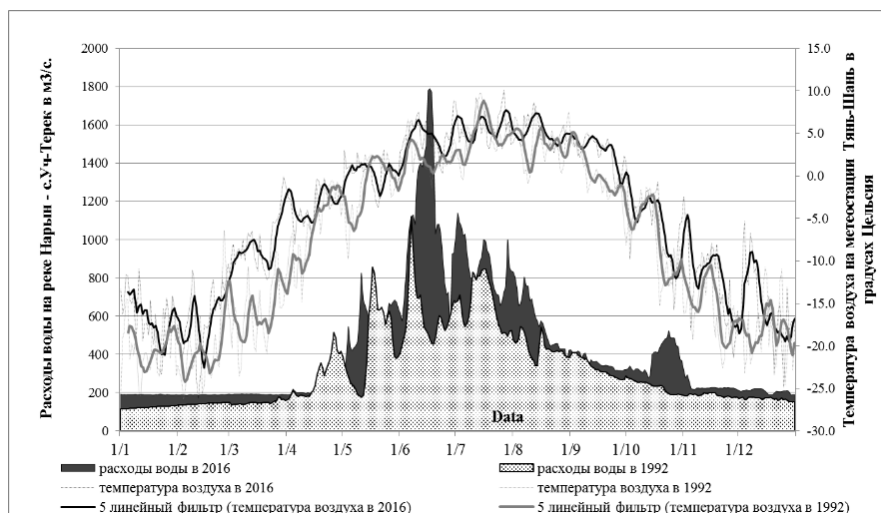


Рис. 3. Совмещенные гидрографы стока р.Нарын и температуры воздуха на МС Тянь-Шань за 2016 г. и 1992 г.

Таблица 1

Доля стока по типам питания (в млн.м<sup>3</sup>) и в процентах от общего стока, даты начала и окончания периода таяния сезонного снега и ледников в 1992 и 2016гг.

Годы	Доля по типам питания в млн.м <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	в %	в млн.м <sup>3</sup>	в %	в млн.м <sup>3</sup>	в %
1992	5091	51	2536 24.03-06.07	26	2311 07.07-25.10	23
2016	6432	48	3180 17.04-28.06	24	3759 29.06-5.11	28
Отношение стока по типам питания в 2016г. к 1992г. в процентах						
	126 %		125 %		163 %	

Анализ гидрографов стока показал, что половодье на реке Нарын в 2016 г. по сравнению с 1992 г. началось почти на месяц (на 25 дней) позже и закончилось также на 10 дней позже. С 2010 года по настоящее время, из-за ввода в эксплуатацию каскадов ГЭС Камбараты-2, находящихся выше гидропоста Уч-Терек, суточный ход гидрографа реки Нарын имеет небольшие изменения, поэтому анализ дат начала половодья и окончания половодья затруднен. Так, например, на гидрографе реки в октябре 2016г. наблюдается скачек водности, тогда как при естественном стоке таких подъемов на реке в период октябрь - февраль не наблюдается (рис. 3). Однако, в течение года объем стока выравнивается, т.к. объем воды в водохранилище Камбарата-2 небольшой (70 млн.м<sup>3</sup>) и речной поток в основном проходит транзитом.

Даты начала таяния ледников приходятся на конец июня в 2016г. и на начало июля в 1992 г. с разницей 8 дней. Анализ изменения составляющих стока по типам питания показал, объем стока за счет таяния ледников в 2016 г. был значительно выше и составил 163% объема ледникового стока в 1992 г., что связано с более высокой температурой воздуха в период с июня по сентябрь в 2016 г. Объем талого снегового стока в 2016 г. составил 125% объема стока в 1992 г., что связано с накоплением снега в бассейне реки Нарын за холодный период 2016 г., которое было в 1,5 раза выше

значений 1992 г. Сток базисного стока (или грунтового питания) в 2016г. был также выше и составил 126% объема стока в 1992г.

#### Выводы.

Повышение стока на реке 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 17%), что приводит к значительному увеличению объема стока за счет таяния ледников. За период с 1993 г. по 2017 г. талый ледниковый сток увеличился более чем в полтора раза по сравнению с периодом с 1964 г. по 1992 г.

Также за период с 1993 по 2017 годы в сравнении с периодом с 1964 по 1992 гг. увеличился объем стока за счет талых снеговых вод на 25%, что связано с общей тенденцией увеличения осадков и, соответственно, запасов сезонного снега в бассейне реки Нарын и, в частности, накопления осадков за холодный период 2017 г. превысивших в 1,5 раза значения 1992 г.

Увеличение меженного стока реки за период с 1993 по 2017 годы на 25% по сравнению с периодом 1964-2017 гг. связано также с увеличением объема грунтового стока как за счет дождевого, так и за счет талых вод сезонного снега и ледников [10].

**Благодарность:**

Эта работа была проведена при поддержке проекта CAWa (Central Asian Water) ([www.cawa-project.net](http://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 2016 г. Фонды Кыргызгидромета.
2. Аламанов С.К. Оценка величины и согласованности колебаний стока рек бассейна реки Нарын. Сб. Научных трудов. Метеорология и гидрология в Кыргызстане. - Бишкек, 2006.
3. Вторая оценка трансграничных рек, озер и подземных вод Европейская Экономическая Комиссия ООН. - Женева. 2011.
4. Temirbek S. Bobushev, Jiaguo Qi, Olga U. Kalashnikova. Climate change and adaptive management: the dynamics of natural and socio-economic risks and sustainable development of rural communities in the Kyrgyz Republic. Реформа 2017. Том 3, выпуск 75.
5. Молдобеков Б.Д., Мандычев А.Н., Калашникова О.Ю., Павлова И.А., Подрезова Ю.А. Исследование тенденции изменения климата в Кыргызстане. / Вестник МУК. 2016. Том 1 (29).
6. Шабунин А.Г. Каталог ледников Кыргызстана. Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли. - Бишкек, 2018.
7. Подрезов О.А. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических данных, Учебник. - Бишкек, 2019.
8. Руководство по гидрометеорологическим прогнозам. Практическое руководство. - Ленинград, 1989.
9. Щеглова О.П. Питание рек Средней Азии. - Ташкент, 1960.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Монография. Том 14. Вып.1. - Ленинград, 1974.