

Акматов Руслан Тынымсейитович

Аламанов Саламат Кулембекович

Чодураев Темирбек Макешович

Кыргызский государственный

университет им. И. Арабаева

г. Бишкек, Кыргызстан

ЛЕДНИКОВЫЙ СТОК Р. НАРЫН

Аннотация: в данной статье рассматривается ледниковый сток как самой реки Нарын, так и ее основных притоков. Учитывая, что ледниковые воды формируются в летние месяцы, за это время и анализируется водный режим. За исключением Большого и Малого Нарына на всех остальных реках прослеживается снижение стока от июня к августу. В июле сезонный снег с ледников тает, и формирование стока идет за счет таяния льда, обусловленного максимальной среднемесячной температурой. В августе уменьшается месячная сумма осадков и понижаются температуры, что сразу проявляется в объемах стока. Характерно, что изменение соотношения воздействия осадков и температур воздуха на формирование объема ледникового стока мало влияет на суммарную водность реки. В этом и заключается значимость ледниковой составляющей в стоке летнего периода р. Нарын.

Ключевые слова: ледниковый сток, годовой водность, объем стока, фирн, коэффициент вариации, расход стока, формирование стока.

Данная статья разработана на основе полученных грантов по проекту «Гидрологический прогноз и оптимизация диспетчерской службы Токтогульской ГЭС», полученной Департаментом науки Министерства образования и науки КР.

На всех реках-притоках р. Нарын, расположенных во Внутреннем Тянь-Шане (восточнее Ферганского хребта) доля летнего стока в годовом объеме изменяется от 34,4% р. Атбаши до 62,1% р. Малый Нарын. При этом только у двух из десяти крупных рек этого региона максимум стока приходится на июль, у

остальных на июнь. У р. Карасу правая, стекающей с юго-западных склонов Атойнокского хребта, наибольшая водность отмечается в мае и составляет 22,6% годового стока. Сток июня-августа всего 35%. Об особенностях внутригодового распределения стока отличающиеся пространственным положением, увлажнением и степенью обледенелости. В зависимости от соотношения средней высоты водосбора, степени обледенелости и годовой суммы осадков характер изменения месячных расходов у различных рек неодинаков. В июне-августе практически ровный ход присущ реке Атбаши, одинаковая водность в первый и последний летние месяцы характерна для р. Большой Нарын, резкое, в 3,5 раза, снижение водности от мая к августу у р. Карасу правая, у р. Чичкан июньские расходы в 2,5 раза превышают августовские. Неравномерность внутри сезонного распределения стока на притоках в целом для бассейна р. Нарын следует признать положительным явлением, так как значительное снижение водности от июня к августу на одних реках компенсируется увеличением стока на других. В конечном итоге сток самой реки Нарын достаточно устойчив, коэффициент вариации C_v годового стока в замыкающем створе равен 0,17, хотя по отдельным притокам его величина колеблется от 0,14 до 0,35. Изменчивость летнего стока значительней и коэффициенты вариации меняются от 0,19 до 0,46 [1].

Максимальные колебания среднемесячных летних расходов характерны для рек с небольшой степенью оледенения бассейна. На реках Джергитал и Кекжертты практически не имеющих ледников, летние значения C_v доходят до 0,51 и 0,46 при годовых величинах 0,32 и 0,35 [1].

В связи с преимущественной целевой ориентацией Центрально-Азиатского региона использования воды на орошение, ледниковая составляющая обращает на себя повышенное внимание. В первую очередь требует решения вопрос масштаба направленности изменения водности рек в связи с глобальным потеплением климата и сокращением площадей оледенения. Для эпохи сокращающегося оледенения характерны два периода изменения водности. На первоначальном этапе распада оледенения водность повышается и в последующем понижается.

За период с 1939 по 1986 годы за счет сокращения площадей льда только по рекам Большой и Малый Нарын дополнительный сток составил $18,7 \text{ км}^3$ воды или шесть годовых норм [4]. По другим бассейнам из-за их меньшей обледенелости эта величина в 2–4 раза ниже, но повсеместно сток возрос.

Используя выявленную зависимость таяния льда от температуры воздуха, рассчитан слой стаявшего льда за летний период. Зависимость имеет вид: $Аб = (0,73t_{\text{ср.м.}} + 1,2) \cdot n$, где: Аб – слой стаивания в см, $t_{\text{ср.м.}}$ – среднемесячная температура, n – количество дней, в течение которых происходило таяние льда в каждый месяц. Начало таяния льда определялось по величине накопленного снега с периода установления отрицательных температур на леднике в сентябре. Учитывая, что на 1° положительной температуры сливает 5,5 мм снега в водном эквиваленте и располагая данными о положительных среднемесячных температурах и осадках, накопленных за период с отрицательными температурами, несложно рассчитать время начала таяния льда.

Считая, что на высоте фирновой линии таяние льда равно нулю и экстраполируя расчетную величину от 3600 м до уровня фирновой линии, получаем значение абляции льда в каждой высотной зоне. Точно также определена величина таяния на различных уровнях – от 3600 м и до нижней границы оледенения. Таким образом, были определены объемы ледниковых вод по всем притокам р. Нарын. В таблице 1. помещены значения доли ледниковых вод в годовом и летнем объемах общего стока для современного периода. В нее не вошли данные по небольшим левым притокам – Камбарата, Каинды, Терек, Турасу, в бассейнах которых формируется 5,5 млн м^3 ледниковых вод. Также не помещены сведения о правых притоках Ковюксу, Торкент, Толук, Падшаата, ледниковый сток с которых оценивается в 10,2 млн м^3 .

В целом соотношение вклада ледниковых вод в объемы годового и летнего стока изменяется от 1,6 до 3 раз. В замыкающем створе это соотношение равно 2. Естественно, что увеличение доли ледниковых вод с 0,4% в годовом объеме до 1,1–1,2% в летнем по рекам Кекирим и Карасу несопоставимо с вкладом

ледниковых вод в сток июня-августа по рекам Атбаши, Малый и Большой Нарын [3].

Таблица 1

Общий и ледниковый сток основных притоков р. Нарын

Река – створ	Объем стока, млн. м ³			$\frac{W_{\text{лед}}}{W_{\text{год}}}\%$	$\frac{W_{\text{лед}}}{W_{\text{лето}}}\%$
	W год	W лето	W ледн		
Большой Нарын – устье	1488	811	446	30	55,0
Малый Нарын – устье	1350	819	308	23	37,6
Онарча-кишл. Онарча	325	173	14,2	4,4	8,2
Кекжерты – хр. Актала	163	79	1,2	0,7	1,5
Атбаши – кишл. Джангистал	1044	362	97,1	9,3	26,8
Кекемерен – 0,5 км ниже у.р. Джумгол	2479	1304	68,9	2,8	5,3
Алабуга – кишл. Коштобе	978	461	84,2	8,6	18,3
Кекирим – кишл. Кара-Табылга	646	192	2,3	0,4	1,2
Чичкан – 0,5 км выше р. Бала-Чичкан	574	333	10,0	1,7	3,0
Карасу левая – устье	284	118	4,4	1,5	3,7
Узунахмат – устье р. Устасай	880	449	1902	2,2	4,3
Карасу правая – устье	1252	441	4,7	0,4	1,1
Нарын – г. Учкурган	12520	6147	1065,4	8,5	17,3

Особенностью формирования ледникового стока является изменение роли температуры и осадков в зависимости от климатических условий конкретного периода – месяца. На фоне преобладающей роли температуры воздуха в образовании стока в отдельные месяцы ведущим фактором могут быть осадки. Показательны в этом отношении данные по стоку, температуре воздуха и осадкам в годы с различным режимом тепла и влаги.

Таблица 2

Сток (Q м³/сек) при различных соотношениях температур (t) и осадков (X мм) река Большой Нарын

Год	Характеристика	Месяц				
		V	VI	VII	VIII	IX
1959	t	-3.1	1.9	3.9	3.8	3.2
	X	30.8	70.3	117.8	71.0	11.9
	Q	47.0	104	127	93.3	67.7
1968	t	-0.5	2.5	4.8	4.1	-0.5
	X	56.4	53.1	59.3	36.7	23.8
	Q	63.2	83.4	124	116	25.1

Судя по данным таблицы 2, проявляется достаточно четкая зависимость стока от температуры воздуха или осадков в годы с повышенным или пониженным режимом тепла и влаги. Весьма характерны в этом отношении данные за июль и сентябрь. В первом случае пониженные температуры, но высокое увлажнение обеспечили большой сток в 1959 г по сравнению с 1968 годом, во втором повышенные температуры при двухкратной разнице в осадках обеспечили повышение стока сентября 1959 года над сентябрем 1968 года в 2,7 раза. Подобное явление отмечено в июне и мае. Приведенный характер изменчивости зависимости стока от осадков или температуры воздуха в летние месяцы весьма затрудняет прогноз стока от основных климатических элементов, так как в одни месяцы сток определяется осадками (июнь 1959 г), в другой температурами июля – августа и особенно сентября 1959 г., в третьи совместным воздействием температур и осадков – май 1968 г [3]. Различная степень воздействия основных климатических элементов на интенсивность формирования стока четко проявилась в месячных величинах коэффициента корреляции между стоком, температурой воздуха и осадками. В июле значение коэффициентов корреляции низки как для температур воздуха, так и осадков. В августе они возрастают для обоих параметров (таблица 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между расходами, температурами воздуха (t) и осадками (x мм)

Река – пост	Период				Элемент	ГМС
	VI	VII	VIII	VI–VIII		
Б.Нарын – устье	0,43	0,39	0,72	0,31 ± 0,14	t	Тянь-Шань
	0,11	0,18	-0,06	0,11 ± 0,15	x	
М.Нарын – устье	0,69	0,39	0,70	0,62 ± 0,09	t	Тянь-Шань
	0,02	0,26	0,04	0,15 ± 0,15	x	
Нарын – г.Нарын	0,23	-0,03	0,01	-0,001 ± 0,015	t	Нарын
	0,09	0,36	-0,60	0,20 ± 0,14	x	
Онарча – кишл. Онарча	0,20	0,25	-0,07	0,14 ± 0,19	t	Нарын
	0,11	0,68	-0,22	-0,06 ± 0,19	x	
Кекемерен – ниже устья р.Джумгол	0,24	-0,08	-0,39	-0,24 ± 0,15	t	Нарын
	0,07	0,24	-0,03	0,17 ± 0,16	x	

Атбаши – кишл. Джангистал	0,39	-0,10	-0,53	-0,20 ± 0,15	t	Нарын
	0,29	0,11	0,76	0,50 ± 0,11	x	
Чичкан – выше устья р. Бала-Чич- кан	0,46	0,52	-0,33	0,53 ± 0,14	t	Нарын
	-0,51	-0,44	0,44	0,60 ± 0,12	x	

На р. Большой Нарын в августе проявляется тесная зависимость стока от температуры $r = 0,72$, на р. Атбаши высока связь между осадками и стоком ($r = 0,76$). Август отличается и теснотой зависимости совместного воздействия осадков и температур воздуха на сток у четырех рек – Большой и Малый Нарын, Нарын – г. Нарын и Атбаши коэффициент корреляции находится в диапазоне 0,60–0,76 и у двух – Кекемерен и Чичкан в интервале 0,30–0,40, что в целом превышает значение коэффициента корреляции в остальные месяцы. Характерно, что изменение соотношения воздействия осадков и температур воздуха на формирование объема ледникового стока мало влияет на суммарную водность реки. В этом и заключается значимость ледниковой составляющей в стоке летнего периода р. Нарын.

Осадки при минимальных расходах превышают осадки при средних расходах на 218,5%, а в августе на 933,3%. При этом в июле температуры при минимальных расходах были ниже, чем при максимальных на $2,2^\circ$, а в августе на $1,9^\circ$. В зависимости от степени оледенелое бассейна меняется и соотношение между месячными величинами максимальных и минимальных расходов. На р. Большой Нарын максимальные расходы превышают минимальные в июле и августе соответственно в 1,9 и 1,35 раза, на р. Чичкан в 3 и 1,6 раза и на р. Кекемерен в 3,7 и 2,1 раза. Примеры показательны в плане влияния ледникового стока на амплитуду колебаний общего стока в годы с различными режимами тепла и влаги.

Список литературы

1. Большаков М.Н. Водные ресурсы рек Советского Тянь-Шаня и методы их расчета. – Фрунзе: Илим, 1974. – 306 с.
2. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. XI. – Кир. ССР, 1981–1983; Фрунзе, 1984–1988. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦЦ.

3. Отчет устойчивое развитие горных территорий, их потенциал и реакция на различные виды воздействия (бассейн р. Нарын) / Руководитель проекта к.г.н., С.К. Аламанов; Институт геологии им. М.М. Адышева НАН КР. – Бишкек, 2005. – С. 103–108.

4. Рацек И.В. Колебания и эволюция ледникового стока в бассейне р. Нарын: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 1991. – 20 с.

5. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: ГИМИЗ, 1965. – 691 с.