

Изменение гидрологических характеристик р. Зеравшан и ее притоков в зависимости от метеорологических условий

П. И. Норматов*, Р. Армстронг**,

И. Ш. Норматов***

Согласно данным Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан, ледник Зеравшан за период 1927—1991 гг. значительно сократился в объеме (более чем на 2 км³) и к 2050 г. ожидается его дальнейшее сокращение на 30—35%. Для мониторинга метеорологических условий бассейна р. Зеравшан, в частности района расположения ледника Зеравшан, проводился анализ изменения температуры воздуха за периоды 1931—1961 и 1981—2011 гг. Обнаружено, что период 1931—1961 гг. характеризуется стабильной температурой воздуха, ее значительное повышение начинается с 1981 г. Изменение расхода воды р. Зеравшан имеет убывающий характер в период 1931—1961 гг. Показано, что среднемноголетний объем стока с 6,08 км³ за период 1931—1961 гг. уменьшился до 5,36 км³ за период 1981—2011 гг. Аналогичные измерения проводились в бассейне р. Ягноб — притока р. Зеравшан. Установлено, что разность в среднемноголетнем объеме стока за периоды 1931—1961 и 1981—2011 гг. незначительна и составляет не более 2%. Кроме того, установлено, что результаты метеорологических наблюдений за 1931—1961 гг. не соответствуют реальной картине деградации ледника Зеравшан.

Ключевые слова: р. Зеравшан, р. Ягноб, ледник Зеравшан, изменения температуры воздуха, деградация ледников, расход воды, гидрограф.

Введение

Река Зеравшан, являющаяся одним из притоков трансграничной р. Амударья, формируется на территории Республики Таджикистан и протекает по территории Республики Узбекистан. Основные гидрографические характеристики реки описаны в работе [1]. При среднем многолетнем расходе 158 м³/с среднемноголетний объем стока р. Зеравшан составляет около 5 км³ [3]. Мониторинг метеорологических условий бассейна р. Зеравшан и ее гидрологических параметров на территории Республики Таджикистан проводится на четырех метеорологических и пяти гидрологических стан-

* Таджикский национальный университет; e-mail: amparviz@bk.ru.

** Институт арктических и высокогорных исследований, Колорадский университет (Болдер, США).

*** Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан; e-mail: inotnor@mail.ru.

Динамика изменения параметров ледника Зеравшан*

Параметр	Период наблюдения				Перспектива до 2050 г.
	1927—1961	1961—1976	1976—1991	1991—2009	
Уменьшение длины ледника, м	280	980	1092	1584—1691	4000—5000
Скорость уменьшения длины ледника, м/период	—	65	73	84	—
Уменьшение площади, занимаемой ледником, км ²	>2**	—	—	0,7	25—30 (30—35)***
<i>Примечание.</i> * Данные Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан; ** в целом за период с 1927 по 1976 г.; *** в скобках — планируемый объем сокращения ледника, %.					

циях. В настоящее время в республике функционирует только один гидрологический пост Дупули. Общая площадь оледенения бассейна р. Зеравшан составляет 437,9 км². Среди 632 ледников, расположенных в бассейне реки, наиболее крупным является ледник Зеравшан длиной 27,8 км и площадью 132,6 км².

Согласно данным Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан, за период с 1927 по 1991 г. произошли существенные изменения в геометрических размерах и массе ледника Зеравшан (таблица). Только за период 1991—2009 гг. ледник отступал в среднем на 88—94 м/год, и его площадь сократилась на 700 тыс. м², а к 2050 г. ожидается сокращение объема ледника еще на 30—35% [2].

Представляло интерес провести репрезентативный анализ метеорологических условий бассейна р. Зеравшан и мониторинг изменения объема ее стока и притока р. Ягноб за период 1931—2011 гг.

Метеорологические данные

В работе были использованы метеорологические данные станций, расположенных поблизости от ледника Зеравшан, — Дехавз и Искандеркуль (бассейн р. Ягноб) — за период 1931—2011 гг. По данным рис. 1 можно судить об отклонении от нормы среднегодовых значений температуры в рассматриваемом районе в 1931—1961 и 1981—2011 гг. Видно, что период 1931—1961 гг. (рис. 1а) характеризуется низкой температурой воздуха в районе расположения ледника; в этот период отмечались обильные атмосферные осадки в виде снега (на высоте более 2500 м осадки выпадают только в виде твердой фазы). Можно предположить, что в 1931—1961 гг. метеорологические условия были благоприятными для увеличения массы ледника, а не для его деградации, как следует из данных Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан (таблица).

Тренд изменения температуры воздуха в период 1981—2011 гг. имеет совершенно другой характер по сравнению с периодом 1931—1961 гг. (рис. 1б). Количество атмосферных осадков в этот период почти не изменилось. Анализ результатов метеорологических наблюдений в бассейне р. Ягноб (рис. 1в, г) показал, что температура воздуха за период 1931—

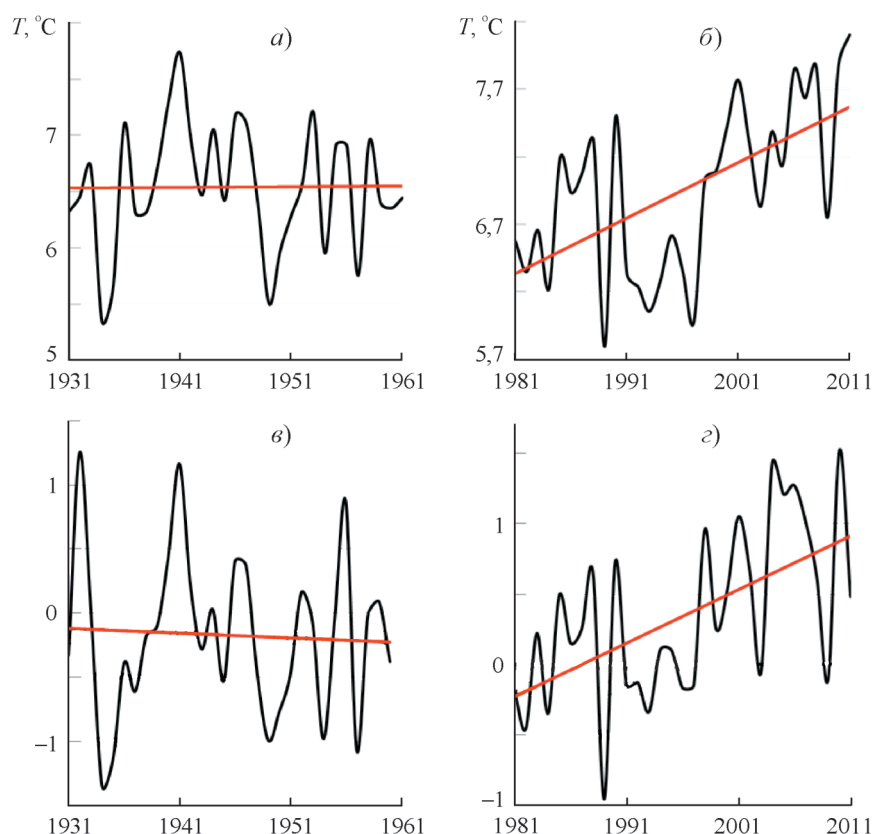


Рис. 1. Изменение среднегодовых значений температуры за 1931—1961 (а, в) и 1981—2011 гг. (б, г) в районе расположения ледника Зеравшан (а, б) и в бассейне р. Ягноб (в, г).

Уравнение тренда: а) $y = 0,0006x + 5,302$; $R^2 = 0,0001$; б) $y = 0,0411x - 75,109$; $R^2 = 0,3472$; в) $y = -0,0034x + 6,5326$; $R^2 = 0,0023$; г) $y = 0,0381x - 75,7640$; $R^2 = 0,3249$.

1961 гг. почти не изменилась, в 1981—2011 гг. (как и в бассейне р. Зеравшан) она значительно увеличилась.

Гидрограф водного стока р. Зеравшан и ее притоков

Наблюдения за гидрологическими характеристиками р. Зеравшан ведутся на станции Дупули, которая является единственным гидрологическим постом, расположенным непосредственно на реке. Рассмотрим результаты мониторинга расхода воды р. Зеравшан и ее притока р. Ягноб по данным гидрологических станций Дупули и Такфон соответственно (рис. 2). Уменьшение расхода воды р. Зеравшан за период 1931—1961 гг. (рис. 2а) можно объяснить тем, что из-за пониженных и почти постоянных значений температуры воздуха выпавшие твердые осадки не подвергаются агрегатному превращению, а, наоборот, накапливаются в виде очередного сезонного слоя снега. Этим можно объяснить и изменение расхода воды р. Ягноб, так как период 1931—1961 гг. для этой реки характеризуется почти постоянным значением стока (рис. 2в).

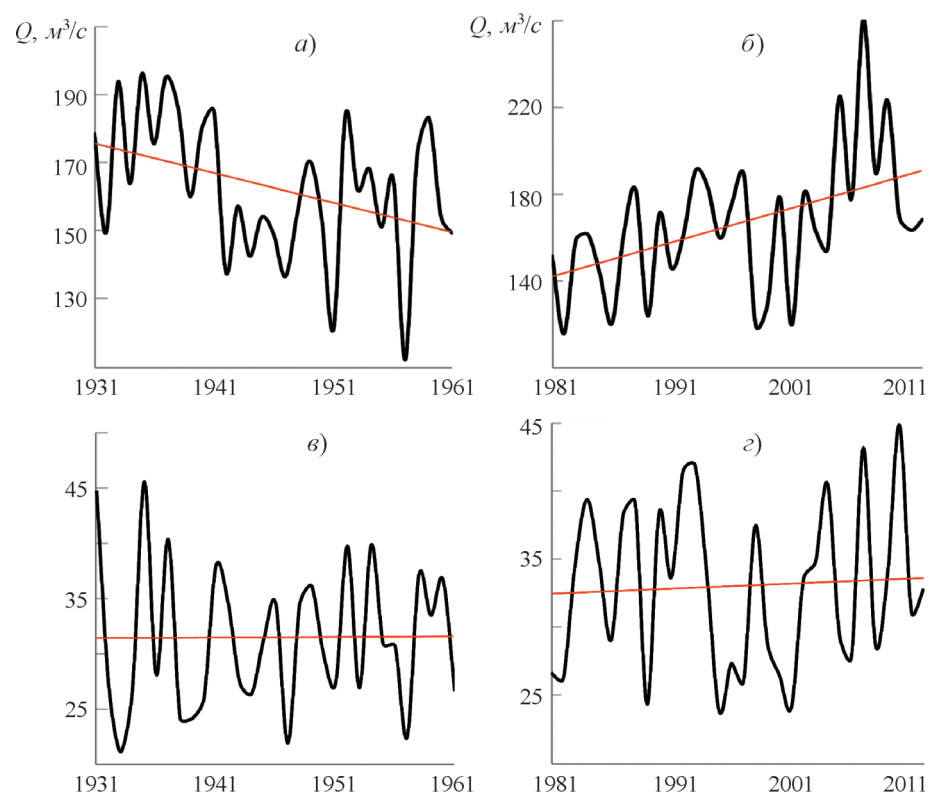


Рис. 2. Значения расхода воды за 1931—1961 (а, в) и 1981—2011 гг. (б, г) для рек Зеравшан (а, б) и Ягноб (в, г).

а) $y = -0,8689x + 1853,5$; $R^2 = 0,1447$; б) $y = 1,5859x - 2999,7$; $R^2 = 0,2157$; в) $y = 0,008x + 15,98$; $R^2 = 0,0001$; г) $y = 0,0383x - 43,335$; $R^2 = 0,0034$.

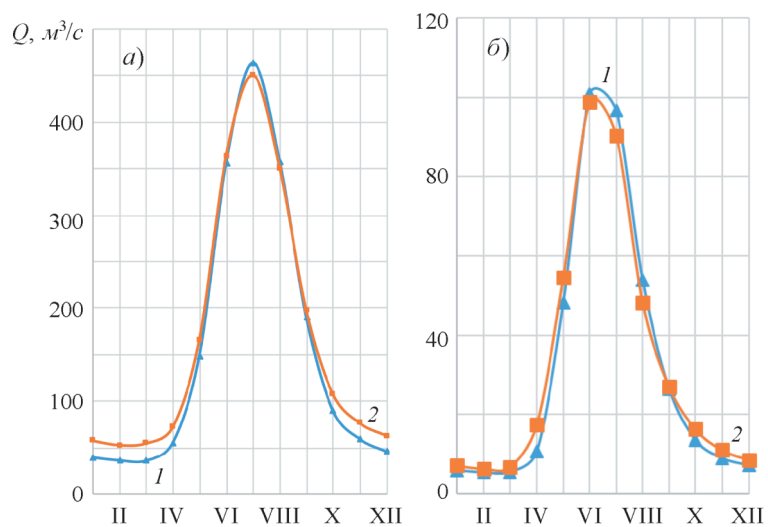


Рис. 3. Гидрограф р. Зеравшан (а) и ее притока р. Ягноб (б) за 1931—1961 (1) и 1981—2011 гг. (2).

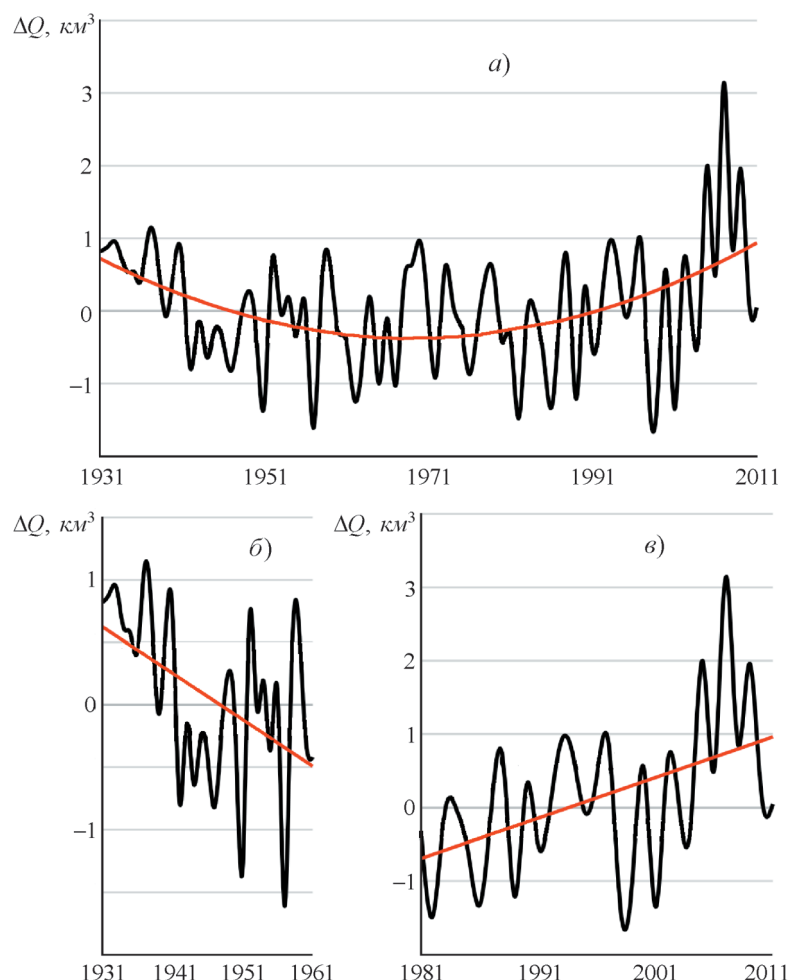


Рис. 4. Фактическая водность р. Зеравшан за 1931—2011 (а), 1931—1961 (б) и 1981—2011 гг. (в).

$$a) y = 0,0007x^2 - 2,953x + 2907,2; R^2 = 0,2041; б) y = -0,0371x + 72,344; R^2 = 0,2504; в) y = 0,0553x - 110,25; R^2 = 0,2331.$$

Иная картина изменения стока р. Зеравшан наблюдается в период 1981—2011 гг. (рис. 2б) — расход воды значительно увеличился. На рис. 3 приведены фактические гидрографы рек Зеравшан и Ягноб за периоды 1931—1961 и 1981—2011 гг. Как видно, расход воды во время паводка в рассмотренные периоды для р. Зеравшан максимален в июле, а для р. Ягноб — в июне, что в основном формирует гидрографы рек. Можно предположить, что разные сроки формирования максимального паводка на этих реках обусловлены разной высотой расположения над уровнем моря их водосборов.

Как следует из данных рис. 3а, период 1981—2011 гг. характеризуется уменьшением стока р. Зеравшан по сравнению с периодом 1931—1961 гг. Согласно расчетным данным, среднемноголетний объем стока р. Зеравшан за периоды 1931—1961 и 1981—2011 гг. составил 5,182 и 5,352 км³ соот-

ветственно, р. Ягноб 1,02 и 1,04 км³ соответственно (их разность не превысила 2%, что находится в пределах погрешности измерения расхода воды).

Для оценки влияния изменения климата на водность р. Зеравшан можно использовать представленный на рис. 4а график изменения годового стока реки на гидрологической станции Дупули за период 1931—2011 гг. в виде следующей временной зависимости отклонения объема годового стока от среднееголетних значений: $Q = Q_i - Q_0$, где Q_i — общий водный сток за i -й год; Q_0 — среднееголетний водный сток за период 1931—2011 гг. Об изменении объема стока р. Зеравшан за периоды 1931—1961 и 1981—2011 гг. можно судить по данным рис. 4б и в соответственно.

Выводы

Результаты сравнительного репрезентативного анализа метеорологических условий в районе расположения ледника Зеравшан свидетельствуют о разных трендах изменения температуры воздуха в периоды 1931—1961 и 1981—2011 гг. Если в период 1931—1961 гг. температура воздуха имела почти постоянное значение, то в период 1981—2011 гг. наблюдалось ее значительное увеличение. Почти аналогичная картина была характерна и для бассейна р. Ягноб. Установлено, что расход воды р. Зеравшан в период 1931—1961 гг. уменьшился, а в период 1981—2011 гг. значительно увеличился. Кроме того, установлено, что объем стока с 6,08 км³ в период 1931—1961 гг. уменьшился до 5,36 км³ в период 1981—2011 гг. Таким образом, данные Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан по деградации ледника Зеравшан не соответствуют результатам метеорологических наблюдений только по периоду 1931—1961 гг.

Литература

1. Норматов П. И., Армстронг Р., Норматов И. Ш., Нарзуллоев Н. Мониторинг чрезвычайных водных факторов и исследование антропогенной нагрузки промышленных объектов на качество воды в бассейне р. Зеравшан. — Метеорология и гидрология, 2015, № 5, с. 89—97.
2. Khomidov A. Sh. Dynamics of Glaciers and Mountain Lakes in Zeravshan River Basin; www.untj.org/index.php.
3. Olsson O., Gassmann M., Wegerich K., and Bauer M. Identification of the effective water availability from stream flows in Zarafshan River basin. — J. Hydrol., 2010, vol. 390, pp. 190—197.

Поступила
15 II 2016