

УДК 551.524.34 (574)

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина<sup>1</sup>И.В. Шенбергер<sup>2</sup>

Канд. техн. наук

А.Г. Терехов<sup>1</sup>**ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА Р. ШАРЫН  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**Ключевые слова:** водный режим, река Шарын, расход воды, гидрограф стока, изменение климата

*В статье приводится описание водного режима р. Шарын. Приведены примеры гидрографа стока за маловодный, многоводный и средний по водности год. Рассчитаны пространственно-временные характеристики стока.*

**Введение.** Река Шарын – крупнейший левобережный приток р. Или (Иле), относится к бассейну оз. Балкаш. Основной исток р. Шарын – река Шалкудесу берет начало на южных склонах хребта Кетмень. В среднем течении река называется Кеген. После выхода в Жаланашскую долину река называется Шарын. Ниже Бестобинского водохранилища и Мойнакской ГЭС река протекает по глубокому каньону. Затем река пересекает с юга на северо-восток Жаланашскую и Согутинскую долины и огибает с востока хребет Торайгыр разделяющий эти долины. Река на всем протяжении сильно меандрирует (петляет) и делится в пойме на несколько равнозначных проток. Площадь бассейна реки 7370 км<sup>2</sup>, длина 427 км. [9].

**Методы исследования.** Речной сток р. Шарын оценивался по изменению параметра среднемноголетнего стока. Для оценки циклических колебаний стока использован метод разностной интегральной кривой модульных коэффициентов. Для определения пространственно-временных характеристик стока использовался статистический метод.

**Водный режим р. Шарын.** Питание реки в основном снегово-ледниковое. В бассейне реки находится 20 ледников. Площадь оледенения составляет 2,4 км<sup>2</sup>, что составляет 0,032 % от общей площади бассейна реки. Объем льда 0,05 км<sup>3</sup> [3-7]. В табл. 1 приведены сведения о распределении

<sup>1</sup> РГП «Казгидромет», г. Алматы

<sup>2</sup> Казахстанское Агентство Прикладной Экологии, г. Алматы

современного оледенения на северо-восточных склонах Терскей и Кунгей Алатау в бассейне р. Шарын. Площадь оледенения в процентном соотношении от общей площади бассейна реки составляет 0,03 %.

Таблица 1

Современное оледенение в бассейне р. Шарын [3, 7].

Бассейн реки	Кол-во ледников	Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	Площадь оледенения, км <sup>2</sup>	Доля от общей площади, %	Объем льда, км <sup>3</sup>
р. Шарын	20	7370	2,4	0,03213	0,05

Река относится к типу рек с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года. Половодье и паводки в реке продолжаются с апреля по июль. Основной фазой водного режима является половодье (рис. 1), в период которого проходит большая часть годового стока, наблюдаются максимальные расходы и наибольшие уровни воды. Половодье начинается в конце марта – начале апреля, а заканчивается в июле – августе. Средняя дата начала половодья 24 марта, а окончания – 17 августа. Самая ранняя дата начала половодья – 11 марта 1941 г., окончания – 1 июля 1984 г. Даты прохождения наибольших расходов отмечаются в мае–июне. Наибольший расход зафиксирован 20.05.1936 г. и составил 348 м<sup>3</sup>/с.

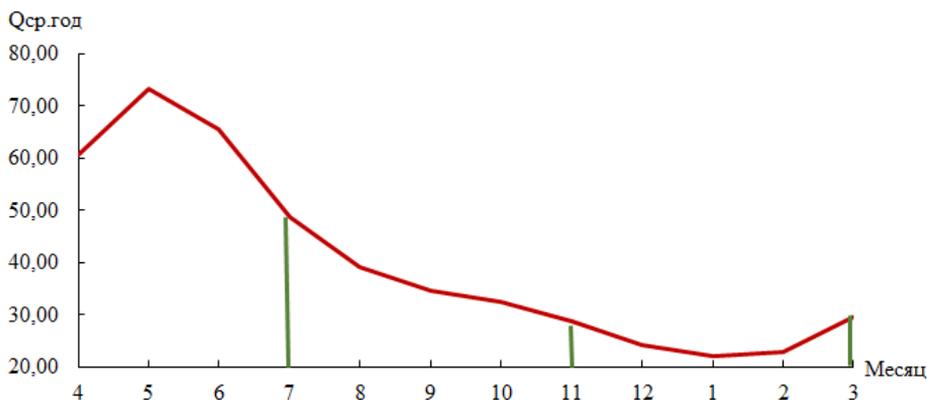


Рис. 1. Распределение гидрографа стока р. Шарын по сезонам.

Как видно из табл. 2 в период половодья проходит более 50 % стока, а самым многоводным месяцем является май.

Если рассмотреть гидрограф стока за 2 периода: 1929...1986 гг. и 1987...2017 гг., то видно, что в условиях современного потепления климата наблюдается увеличение водности реки в пределах 24 % (рис. 2).

Таблица 2

Распределение стока по сезонам за период с 1929 по 2017 гг.

Характеристика	Фаза водного режима											
	Половодье				Летне-осенняя межень				Зимняя межень			
	Месяц											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Среднеголетний расход воды, м <sup>3</sup> /с	57,4	72,2	64,2	47,5	38,0	33,5	31,4	27,5	23,0	21,1	21,9	28,3
В % от годового	12,3	15,5	13,8	10,2	8,2	7,2	6,7	5,9	4,9	4,5	4,7	6,1

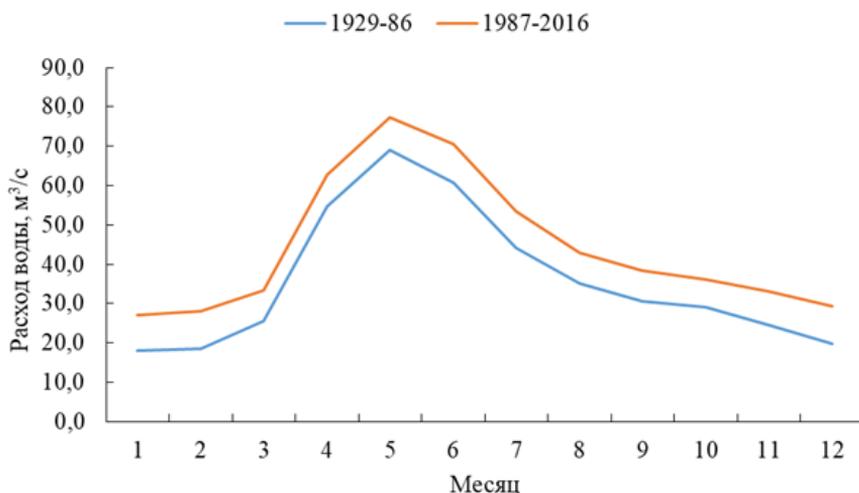


Рис. 2. Среднеголетний гидрограф стока по р. Шарын – уроч. Сарытогай рассчитанный за периоды 1929...1986 и 1987...2017 гг.

Уровни воды и расходы весьма неравномерны по сезонам года – расходы воды в мае и июне превышают осенние и зимние в четыре-пять раз. Гидрограф стока имеет многовершинную форму. Число пиков может достигать 20...25, что объясняется неодновременным таянием снега в различных высотных поясах, наложением дождевых паводков на сток половодья. Как видно из рис. 3, на котором приведены гидрографы стока за маловодный 2014 г. и многоводный 2009 г. и средний по водности 2015 г. водный режим реки характеризуется постоянным стоком.

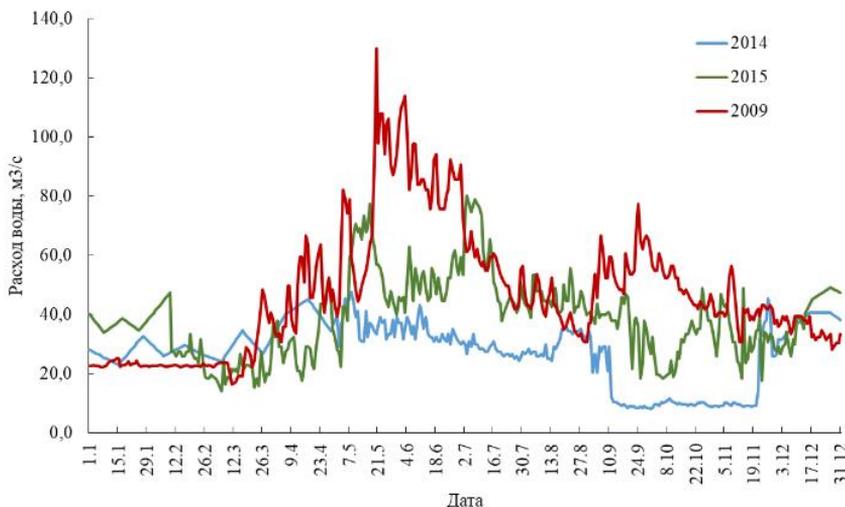


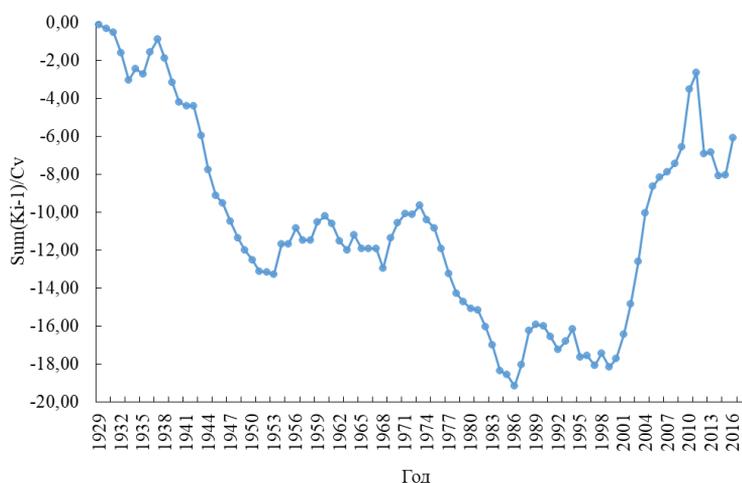
Рис. 3. Гидрографы стока р. Шарын–уроч.Сарытогай за различные по водности годы.

При высоких половодьях расходы воды значительно превышают расходы в маловодные годы. Вариативность величины сезонного максимума расхода воды более чем в 5 раз.

Даты прохождения наибольших расходов весьма неустойчивы. Чаще всего они отмечаются в мае–июне. В связи с регулированием стока максимальные расходы половодья снизились, а летние и зимние меженные расходы повысились. Следующей фазой водного режима является летне-осенняя межень. В период летне-осенней межени наблюдаются кратковременные подъемы уровня воды вследствие прохождения дождевых паводков. Начало приходится на август, а окончание на ноябрь (табл. 2). На этот период приходится около 30 % стока. На зимнюю межень приходится около 20 % стока. Наименьший сток наблюдается преимущественно в январе.

**Речной сток р. Шарын в современных условиях.** Речной сток р. Шарын оценивался по изменению параметра среднегодового стока (нормы стока). При выборе расчетного периода для определения нормы стока, коэффициента вариации и коэффициента асимметрии использовались разностные интегральные кривые в пункте р. Шарын – уроч. Сарытогай. Разностные интегральные кривые необходимы для выявления циклов колебания годового стока. Эти кривые удобны для выбора репрезентативного расчетного периода из длинного ряда наблюдений. Разностная интегральная кривая

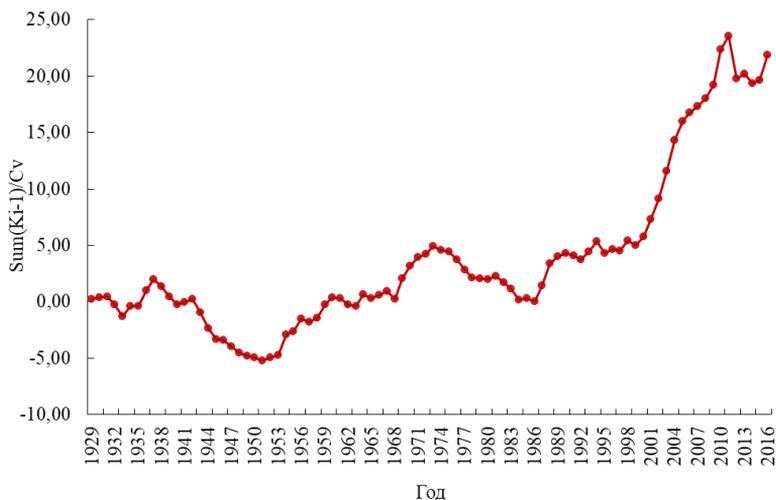
среднегодовых расходов воды р. Шарын – уроч. Сарытогай за период с 1929 по 2017 гг. приведена на рис. 4.



*Рис 4. Разностная интегральная кривая среднегодовых расходов воды р. Шарын-уроч.Сарытогай за период с 1929 по 2017 гг.*

На этой кривой, отчетливо выделяются три периода 1929...1986 гг., 1987...2010 гг. и 2011...2017 гг. Первый период отражает условия формирования стока реки Шарын в условно-естественный период и отражает климатические условия 20-го века. Второй период характеризуется значительными изменениями климата, и по сравнению с первым, отличается повышенным стоком в связи с увеличением увлажнения горных склонов, повышением температуры воздуха и увеличением поступления воды в реки за счет деградации горного оледенения. И третий период характеризуется изменением гидрографа стока в результате изменения климата и антропогенной деятельности в связи с зарегулированием реки. Учитывая то, что третий период имеет короткий ряд наблюдений, то для анализа выделим два периода 1929...1986 и 1987...2017 гг.

Более наглядное отличие первого периода от второго можно видеть на интегральной кривой, представленной на рис. 5. При построении этой кривой использовались среднегодовые значения и коэффициент вариации, определенные только за период 1929...1986 гг.



*Рис 5. Разностная интегральная кривая среднегодовых расходов воды р. Шарын - уроч. Сарытогай за период 1929...2017 гг., рассчитанная по норме стока за период 1926...1986 гг.*

Как было отмечено выше, период 1929...1986 гг. отражает климатические условия 20-го века, а второй период 1987...2017 гг. – конец 20-го века и начало 21-го века, характеризующихся значительными изменениями климата, в первую очередь, температуры воздуха и атмосферных осадков. В этот период в бассейне р. Иле наблюдалось существенное повышение температуры воздуха и деградация горного оледенениями.

Для определения пространственно-временных характеристик стока использовался статистический метод. Наиболее широкое применение в гидрологических статистических расчетах имеет биномиальная асимметричная кривая обеспеченности или кривая распределения Пирсона III типа [1, 8]. На рис. 6 приведены совмещенные кривые обеспеченности за периоды 1929...1986 и 1987...2017 гг. Как видно из рисунка ряды среднегодовых расходов воды р. Шарын имеют нормальное распределение. Коэффициент  $C_s$  не равен  $2C_v$ , поэтому для расчета модульного коэффициента заданной обеспеченности  $k_p$  использовалось уравнение биномиальной кривой распределения, проинтегрированное А. Фостером [2]. Нормированные отклонения от среднего значения логарифмически нормальной кривой обеспеченности ( $\phi_p$ ) взяты из соответствующих таблиц с учетом коэффициента асимметрии или соответствующего ему коэффициента скошенности

$S = f(C_s)$ . Значение расхода воды заданной обеспеченности определялась как произведение  $k_p$  на среднюю величину.

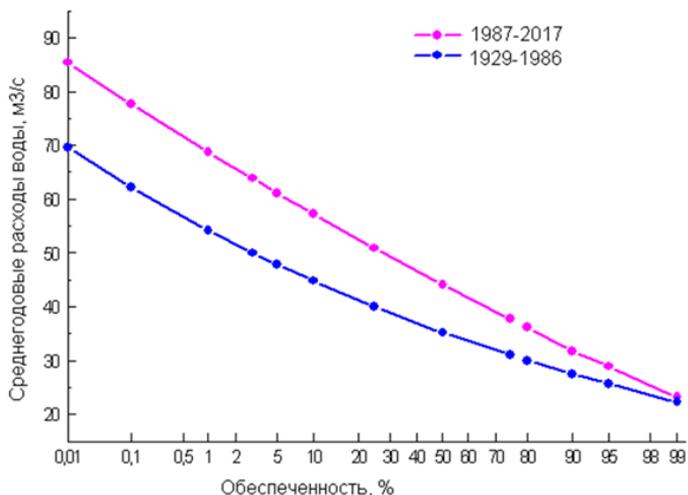


Рис. 6. Совмещенные кривые обеспеченности среднегодовых расходов воды по р. Шарын-уроч. Сарытогай за периоды 1929...1986 и 1987...2017 гг.

Как видно из рис. 6, сток реки за последний период (1987...2017 гг.) увеличился. Увеличение стока по реке Шарын составило более 20 %. Коэффициент вариации за тот же период незначительно увеличился, в связи с увеличением увлажнения горных склонов и поступления воды в реки за счет деградации горного оледенения. Это привело к увеличению значений речного стока различной обеспеченности.

Анализ хронологического хода максимальных расходов воды показал, что наблюдается тренд уменьшения максимальных расходов воды и снижение их изменчивости.

**Выводы:** В условиях современного потепления климата наблюдается увеличение водности реки более 20 %. Увеличение водности связано с поступлением воды в реки за счет деградации горного оледенения в результате потепления климата. Это привело к увеличению значений среднегодового речного стока различной обеспеченности. Наблюдаются процессы перераспределения сезонного стока в сторону увеличения доли меженного стока (особенно зимнего) и, соответственно, сокращения доли стока в периоды весенних половодий. Наблюдаемая трансформация сезон-

ного и многолетнего стока свидетельствует о необходимости корректировки структуры водопользования и регулирования стока в условиях водно-дефицитных региона.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Г. Внутригодовое распределение речного стока. Л.: Гидрометеоздат, 1960. – 327 с. 43
2. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Вычислительный центр АН СССР, 1968. – 474 с.
3. Вилесов Е.Н., Морозова В.И., Северский И.В. Оледенение Джунгарского (Жетысу) Алатау: прошлое, настоящее, будущее. – Алматы, 2013. – 244 с.
4. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы: КазНУ им. аль-Фараби, 2001. – 252 с.
5. Вилесов Е.Н. Изменение состояния оледенения северного макросклона Иле Алатау за 60 лет (1955...2015 гг.) // Гидрометеорология и экология. – 2015. – № 3. – С. 56-68.
6. Галаева А.В. Ресурсы речного стока и экологическое состояние бассейна озера Балкаш в условиях современного изменения климата/ диссертация на соискание ученой степени канд. наук. – Бишкек, 2017. – 147 с.
7. Линейцева А.В. Современное поступление речного стока в Восточный Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №1, С. 109-115.
8. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. - Л.: Гидрометеоздат. – 1970. – 460 с.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 13 Центральный и Южный Казахстан. – Вып. 2. Бассейн озера Балкаш. Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 644 с.

Поступила 09.12.2019

Геогр. ғылым. канд. Н.И. Ивкина  
И.В. Шенбергер  
Техн. ғылым. канд. А.Г. Терехов

## **ШАРЫН ӨЗЕНІНІҢ СУ РЕЖИМІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙДА**

**Түйін сөздер:** су режимі, Шарын өзені, су шығыны, ағын гидрографы, климаттың өзгеруі

*Мақалада Шарын өзенінің су режимінің сипаттамасы берілген. Су аз, су көп және су бойынша орташа жыл үшін ағын гидрографының мысалдары келтірілген. Ағынның кеңістіктік-уақыттық сипаттамалары есептелген.*

N.I. Ivkina, I.V. Shenberger, A.G. Terekhov

## **FEATURES OF THE SHARYN RIVER WATER REGIME IN THE MODERN CONDITIONS**

**Key words:** water regime, Sharyn River, water flow, runoff hydrograph, climate change

*The article describes the water regime of the Sharyn River. Examples of flow hydrograph for low-water, high-water and average water content year are given. The spatial and temporal characteristics of the flow are calculated.*