

ОСОБЕННОСТИ МАЛОВОДИЙ НА ГОРНЫХ РЕКАХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Фролова Наталья Леонидовна

д.г.н., профессор

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Тургунов Данияр Маннапжанович

старший преподаватель

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека

Хикматов Фазлиддин Хикматович

д.г.н., профессор

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека

Сазонов Алексей Александрович

старший преподаватель

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

***Аннотация:** Путем обработки многолетних временных рядов среднемесячных и среднегодовых расходов воды 38 горных рек Республики Узбекистан были рассчитаны параметры экстремальных гидрологических явлений в период низкого стока, определяемых по характеристикам фрагментов гидрографа стока за пределами заданных пороговых значений расходов воды (90% обеспеченности). Выявлены связи параметров маловодий от различных гидрологических характеристик и, в первую очередь, особенностей питания рек. Показано, что в качестве показателя гидрологической засухи для горных рек Узбекистана можно использовать величину запасов воды в снежном покрове в горах на конец февраля и марта или суммарное количество осадков за холодный период. Рассмотрены возможные тенденции изменения данных характеристик.*

***Ключевые слова:** речной сток, источники питания, коэффициент Шульца, маловодье, дефицит водных ресурсов.*

FEATURES OF EXTREME LOW FLOW PERIODS ON THE MOUNTAIN RIVERS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Frolova Natalia Leonidovna, Turgunov Daniyar Mannapzhanovich, Hikmatov Fazliddin Hikmatovich, Sazonov Alexey Alexandrovich

***Abstract:** Based on processing of the long-term time series of average monthly and average annual water discharge for 38 mountain rivers of the Republic of Uzbekistan, the parameters of extreme hydrological phenomena during the low flow period which are determined by the hydrograph fragments below specified water discharge threshold of 90% probability, were calculated. Relationships between the low-water*

characteristics and various hydrological characteristics, first of all, characteristics of river feeding are revealed. It is shown that late-February and March water storage of the snow cover in the mountains or total winter precipitation can be used as an indicator of hydrological drought for the mountain rivers of Uzbekistan. The possible trends of changes of these characteristics are considered.

Key words: river runoff, river nourishment, Schulz coefficient, low flow period, water volume deficit.

Введение. В условиях аридного климата, который характерен для Республики Узбекистан, вода имеет первостепенное значение в жизни человека и его хозяйственной деятельности. Сток рек Средней Азии под влиянием многочисленных факторов подвержен существенным межгодовым колебаниям. Изменчивость стока и величина амплитуды этих колебаний зависит, в основном, от источников питания реки, в том числе ледникового [4, с.15; 2, с. 332]. В последние десятилетия наблюдается более быстрая деградация горных ледников: в период с 1957 по 1980 гг. ледники в бассейне Аральского моря сократились примерно на 20% массы; за последние 50 лет масса ледников уменьшилась на 10% [5, с.11]. Суммарное сокращение площади оледенения Республики Узбекистан составило 41,63 км² или 29,5% от первоначальной площади [3, с. 13].

Наблюдающиеся климатические изменения приводят к изменению частоты и интенсивности экстремальных гидрологических явлений, режима формирования водных ресурсов, что может привести к дополнительным негативным последствиям в бассейне Аральского моря. Особое значение имеет изменение стока в течение маловодных лет, являясь причиной формирования дефицита водных ресурсов и огромных ущербов различным отраслям экономики, особенно сельскому хозяйству. Расчеты показывают, что в условиях маловодий сток рек может составлять около 50% потребности в водных ресурсах. Даже при условии относительной стабильности формирования водных ресурсов республики ожидается существенный рост их изменчивости. Сток в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи в засушливые годы может уменьшаться на 25-40% [1, с.57].

Основная цель настоящей работы состоит в оценке характеристик и причин маловодий на горных реках Средней Азии в пределах Республики Узбекистан, определении относительного числа и повторяемости маловодных лет в зависимости от источников питания, обуславливающих изменчивость годового и сезонного стока.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач были использованы данные по средним годовым и месячным расходам воды 38 горных рек республики Узбекистан и прилегающих к ней территорий с естественным гидрологическим режимом с начала наблюдений и до 2016 г. включительно, относящиеся к бассейнам Сырдарьи и Амударьи, метеорологическая информация по температуре воздуха и осадкам на 9 станциях.

Данные о значениях расходов воды исследуемых рек получены из соответствующих выпусков гидрологических ежегодников Государственного водного кадастра СССР, а с 1989 г. - по данным Узгидромета. Все эти данные относятся к горным рекам с водным режимом, не искаженным хозяйственной деятельностью, с диапазоном площади водосборов от 23,3 до 10200 км². Средние высоты водосборов колеблются от 1340 до 3480 м.

Для характеристики водного режима и источников питания в Средней Азии наиболее широко используется классификация В.Л. Шульца [4, с.25], основанная на: соотношении объема стока за периоды с июля по сентябрь и с марта по июнь (коэффициент δ). В бассейнах Амударьи и Сырдарьи в соответствии с классификацией Шульца выделяется четыре типа рек: 1) ледниково-снегового ($\delta \geq 1,0$); 2) снего-ледникового ($0,26 \leq \delta \leq 0,99$); 3)

снегового ($0,18 \leq \delta \leq 0,25$) и 4) снего-дождевого ($0,001 \leq \delta \leq 0,17$) питания (рис. 1).

Статистическая обработка проведена с помощью стандартных пакетов Statistica и Excel, карты построены с помощью пакета ArcGis 10.2.

Результаты и обсуждение. Для изучения маловодных лет на реках были исследованы особенности пространственно-временной изменчивости их годового и сезонного стока. Для этой цели были построены хронологические графики колебаний годовых расходов воды, разностные интегральные кривые годового стока

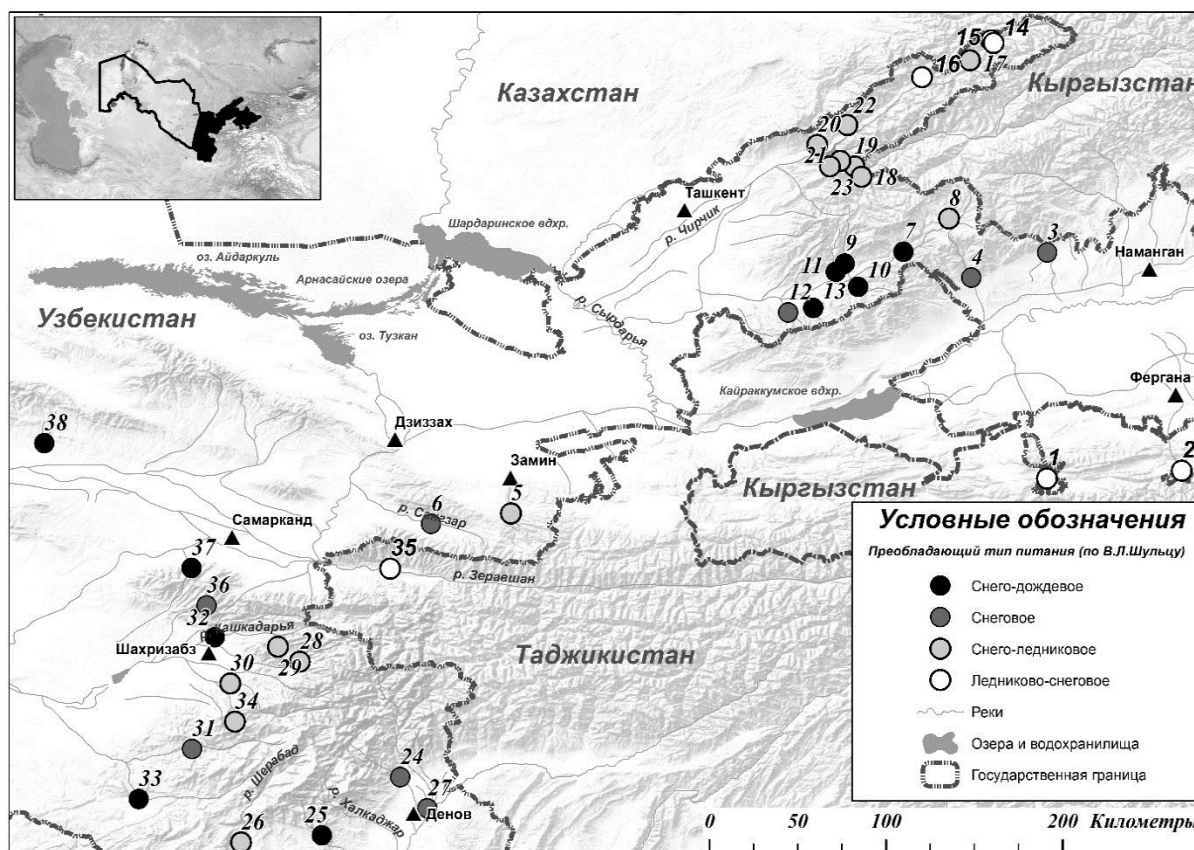


Рис. 1. Расположение гидрологических постов в пределах исследуемой территории и коэффициент В.Л.Шульца (δ) для рек :

1) ледниково-снегового ($\delta \geq 1,0$); 2) снего-ледникового ($0,26 \leq \delta \leq 0,99$); 3) снегового ($0,18 \leq \delta \leq 0,25$); 4) снего-дождевого ($0,001 \leq \delta \leq 0,17$) типов питания.

Маловодными считаются годы при условии, что модульный коэффициент $K_i \leq 0,92$ [6, с.102]. В качестве расчётного выбран период 1950–2016 гг., когда на большинстве исследуемых рек проводились наблюдения. В 1974, 1982, 1986, 1989, 2000, 2008 и 2011 гг. почти на всех реках наблюдалось маловодье, а годовой сток был существенно меньше нормы. Самым маловодным был 1974 г., когда величина годового стока на многих рек составляла 30-50% от нормы.

Довольно часто маловодные года

следуют один за другим. Это относится к 1955–1957, 1965–1967, 1980–1986, 1988–1991, 1995–1997, 1999–2001, 2006–2008 и 2013–2016 гг. Особенно продолжительным был период 1980–1986 гг., включающий 7 маловодных лет подряд. Расчеты показывают, что средняя продолжительность “маловодного периода” на горных реках Средней Азии составляет три года. Повторяемость маловодных лет увеличивается от 30 % (реки ледниково-снегового питания, например, для р. Сох

- 35,2%) до 70% (реки снего-дождевого питания, например, реки Кичик Урадарья и Бегларсай – 67,3%).

Для оценки степени влияния того или иного гидрологического события на экономику и хозяйство часто используются интегральные критерии, основанные на выборе определенных «пороговых» значений характеристики, с которыми сравниваются наблюдаемые величины. По разнице этих значений определяется мера влияния события на жизнь людей, оценивается частота возникновения подобных ситуаций, масштаб явления. При этом чаще всего учитывается не только превышение наблюдаемых значений над пороговыми, но и длительность этого превышения. По результату расчетов определяется общий дефицит воды – объем стока под пороговым значением, а в случае с экстремально высокими значениями, наоборот, – объем превышения над пороговым значением. Далее этот объем соотносится с продолжительностью явления, характеризуя некий интегральный показатель «суровости» события. В качестве пороговых значений нами выбран месячный расход 90% обеспеченности. Кроме того, был рассчитан так называемый показатель «суровости» (*SEV*). Он представляет собой отношение объема дефицита воды к продолжительности этого явления.

В зависимости от типов питания рек дефицит проявляется в разное время года и с разной продолжительностью. У высокогорных рек с ледниково-снеговым питанием наиболее маловодные месяцы с наибольшим дефицитом воды - январь-март, у рек 3 и 4 типа – август- октябрь. В большинстве случаев дефицит наблюдается 2-3 месяца в году, но в некоторые годы, например, в 1986 г. на р. Халкаджор (4 тип) он продолжался 4 месяца, на р. Танхаздарья (2 тип) – 6 месяцев и на р. Ойгаин (1 тип) – 3 месяца.

С увеличением площади водосбора «суровость» довольно быстро и закономерно растет.

Еще одна попытка оценить «суровость» маловодий была сделана при построении связи $SEV = f(\delta)$, где δ – коэффициент Шульца. Все реки, вне зависимости от принадлежности к бассейну Сырдарьи или Амударьи, разделились на три группы в зависимости от характера питания (рис. 2). Наиболее экстремальные ситуации с наибольшим объемом дефицита воды складывается для рек со смешанным питанием, с участием талой и дождевой воды. В будущем при изменении климатических условий возможно и изменение доли различных источников питания рассматриваемых рек, что в свою очередь может привести и к изменению характеристик маловодий.

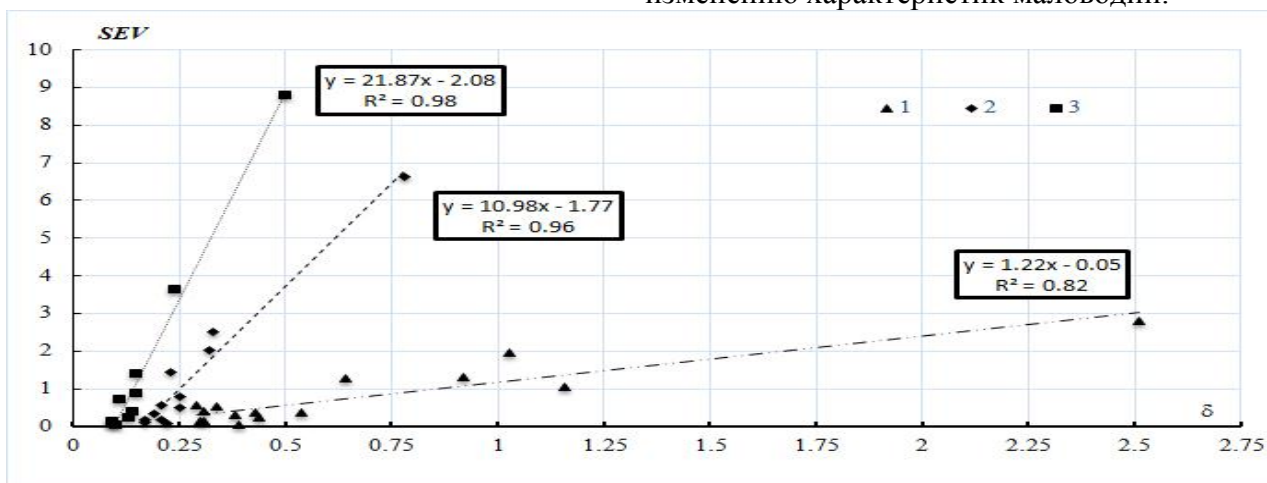


Рис. 2. Зависимость «суровости» явления *SEV* при снижении расходов ниже порогового значения $Q_{90\%}$ от коэффициента Шульца δ (1 – реки с ледниково-снеговым и снего-ледниковым питанием; 2 – реки со снеговым питанием; 3 – реки со снего-дождевым питанием)

Для оценки факторов, определяющих характер водности года, были проанализированы связи годового и сезонного стока с различными метеорологическими характеристиками. В значительной степени годовой сток формируется за счет осадков, выпадающих в течение «гидрологического» года, в данном случае за период с октября предшествующего по сентябрь текущего года. Среди всех осадков наиболее значительную роль играют осадки в течение холодного периода (с октября по март). Их накопление в виде сезонного снежного покрова приводит к формированию весенне-летнего половодья. Половодье на реках начинается в середине-конце марта, имеет наибольшую продолжительность на реках с ледово-снеговым питанием (до 180 дней) и составляет около четырех месяцев для рек со снего-дождевым питанием. Объем половодья во всех случаях составляет 70-85%, определяя в значительной степени сток в маловодные годы, коэффициент корреляции объема стока за половодье с осадками за холодный период равен 0,92-0,94. Столь хорошие связи дают возможность спрогнозировать водность всего года по данным об осадках за холодный период.

В настоящее время в бассейнах многих рек региона наблюдается тенденция к сокращению снеготазов, что соответствует тенденциям роста температуры воздуха, наблюдаемым по метеостанциям региона. С повышением температуры воздуха ухудшаются условия для формирования снеготазов в горах, происходит их сокращение и в некоторых бассейнах это находит свое отражение в уменьшении стока [3, с. 14]. Скорее всего, стоит ожидать в ближайшие десятилетия увеличения повторяемости экстремальных гидрологических явлений, в том числе маловодий. Также вероятны изменения внутригодового распределения стока, как, например, сдвиг гидрографа стока в более раннюю по прохождению максимальных расходов сторону, менее

благоприятную для орошаемого земледелия, что характерно для маловодных лет. Причиной является наблюдаемое изменение климата и режима выпадения атмосферных осадков для территории Узбекистана и прилегающих горных территорий. По данным специалистов НИГМИ Узгидромета для ряда климатических сценариев на изучаемой территории ожидается уменьшение атмосферных осадков на 5-10 % относительно нормы [2, с. 13].

Выводы. В колебаниях стока горных рек Узбекистана наблюдаются и отдельные маловодные годы и их группы (серии). Особенно продолжительным был маловодный период 1980-1986 гг., включающий 7 маловодных лет подряд.

Характеристики маловодий, включая их повторяемость, показатели дефицита воды и суровости маловодий зависят от типа питания исследуемых горных рек Узбекистана. Повторяемость маловодных лет увеличивается от 30% (реки ледниково-снегового питания, например, для р. Сох - 35,2%) до 70% (реки снего-дождевого питания, например, реки Кичик Урадарья и Бегларсай - 67,3%). Относительное число маловодных лет для рек ледникового и снегово-ледникового типа питания в среднем составил 43,8%, для рек снегового и снего-дождевого типа питания этот показатель в среднем равен 49,0%. Средняя продолжительность «маловодного периода» на горных реках Средней Азии составляет 3 года.

В качестве показателя гидрологической засухи для горных рек Узбекистана можно использовать величину тазов воды в снежном покрове в горах на конец февраля и марта или суммарное количество осадков за холодный период. Последний показатель используется при прогнозировании стока вегетационного периода, составляющего основную часть стока за год, и водности за гидрологический год.

В ближайшие десятилетия стоит

ожидать увеличения повторяемости экстремальных гидрологических явлений, в том числе маловодий. Также вероятны изменения внутригодового распределения стока, как, например, сдвиг гидрографа стока в сторону, менее благоприятную для орошаемого земледелия, что характерно для наблюдаемых маловодных лет. Причиной является изменение климата и режима выпадения атмосферных осадков для территории Узбекистана и

прилегающих горных территорий. По данным специалистов НИГМИ Узгидромета для ряда климатических сценариев на изучаемой территории ожидается уменьшение атмосферных осадков на 5-10% относительно нормы [3, с. 15].

Благодарность. Работа выполнена в рамках научного сотрудничества кафедр гидрологии суши МГУ имени М.В.Ломоносова и НУУз имени Мирзо Улугбека.

Использованная литература:

1. Агальцева Н.А., Пак А.В., Новикова В.А. Гидрологическая засуха в Узбекистане, анализ причин и возможности прогнозирования // Труды научно-исследовательского гидрометеорологического института. 2010. Ташкент: Вып. 12 (257). – С. 55-63.
2. Хикматов Ф.Х., Тургунов Д.М. Маловодные годы на горных реках, вопросы расчета их нормы и параметров углубления // Вестник НУУз. № 3/1. Естественные науки. – Ташкент, 2017. – С. 330 – 335.
3. Чуб В.Е. Деградация оледенения и последствия // В кн. Изменение климата –трагедия или реальность? - Ташкент. 2015. – С. 11-16.
4. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 691с.
5. EDB (Eurasian Development Bank): Impact of Climate Change to water resources in Central Asia, Almaty, Kazakhstan, – 44 pp., available at: <http://www.vinokurov.info/assets/files/EDB%20Report%206%20climate%20eng.pdf>, 2009.
6. Turgunov D.M., Khikmatov F.H. Estimation of the low-water norm in the mountain rivers of Central Asia // European Sciences review. Austria, Vienna. 2018. № 3-4. – Pp.101-105.