

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ ФАНДАРЬЯ

*Ниязов Дж.Б.*

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ*

**Аннотация:** по наблюдениям за период с 2000 по 2019 гг. автором была проведена оценка эффективности влияния основных климатических факторов на сток реки Фандарья (крупнейшего притока реки Зеравшан). По данным метеопараметров 7-и метеостанций сети Таджикгидромета, расположенных в бассейне реки Зеравшан и приграничных с ней территорий, была построена корреляционная матрица со стоком реки Фандарья за период половодья (вегетации). В статье определены репрезентативные метеостанции и выявлены статистически значимые зависимости метеопараметров со стоком реки Фандарья. Данные исследования важны для целей оперативного гидрологического прогнозирования и предупреждения опасных гидрологических явлений.

**Ключевые слова:** сток реки, период половодья, метеопараметры, бассейн реки Фандарья, Таджикистан.

**Введение.** Зеравшанский бассейн расположен на территории двух стран Таджикистана и Узбекистана. Для этих стран водные ресурсы реки Зеравшан имеют важное водохозяйственное значение, так как используются для ирригации посевов хлопчатника в ее нижнем течении. Протяженность магистральных каналов, забирающих воду из Зеравшана, составляет около 2500 км, причем крупнейшие из них имеют пропускную способность, превышающую расходы многих рек Центральной Азии [1].

Река Фандарья является крупнейшим притоком реки Зеравшан и отличается значительной межгодовой и внутригодовой изменчивостью стока, что осложняет перспективное планирование ее водных ресурсов.

Бассейн реки Фандарья относится к Памиро-Алайской горной системе и находится на территории Таджикистана, Центральная Азия (68°1.803'E –69°39.996'E; 38°49.602'N–39°25.605'N). Длина реки составляет 24.5 км и образуется слиянием рек Ягноб и Искандердарья. Площадь водосбора реки Фандарья составляет 3230 км<sup>2</sup> согласно

Государственного водного кадастра [2], по расчетам с использованием ГИС – 3207 км<sup>2</sup>. Бассейн простирается в диапазоне высот от 1623 до 5219 м над уровнем моря. Средняя высота водосбора составляет 3270 м. над уровнем моря. Площадь оледенения составляет 124 км<sup>2</sup>, или 3.8 % площади бассейна реки [3].

По данным гидропоста р. Фандарья - кишлак Пете (1605 м. над уровнем моря) наблюдательной сети Таджгидромета за период наблюдений с 2000 по 2019 гг. среднегодовой сток реки составляет 53.4 м<sup>3</sup>/с, в период половодья (апрель-сентябрь) – 91.9 м<sup>3</sup>/с. В отдельные годы максимум месячного стока может наблюдаться в июне и июле, сток за март- июнь колеблется между 26.6 и 52.2% годового стока, т. е. изменяется вдвое. Сток за июль-сентябрь имеет диапазон 38.3—62.6% [1].

Объект исследования и методика обработки данных

Река Фандарья отличается большой изменчивостью стока, как межгодового, так внутригодового. В отдельные годы питание

реки за счет таяния ледников превышает сток за счет таяния сезонных запасов снега, и река относится к ледниково-снеговому типу питания. В другие годы, наоборот, река получает большую часть своего питания за счет таяния снега, накопленного за холодный период (октябрь-март), и река относится к снегово-ледниковому типу питания.

Среднегодовой расход воды на реке Фандарья (ГП кишлак Пете) составляет  $53.4 \text{ м}^3/\text{с}$ , при этом средний расход воды в период половодья (апрель-сентябрь) составляет  $91.9 \text{ м}^3/\text{с}$ , а в период межени (октябрь-март) –  $14.7 \text{ м}^3/\text{с}$ , что более чем в 6 раз меньше стока за период половодья.

Для анализа межгодового и внутригодового режима реки Фандарья были использованы фондовые данные Таджгидромета по гидропосту

р. Фандарья – кишлак Пете за период с 2000 по 2019 гг. [4]. Анализ метеопараметров проводился по данным семи метеостанций Анзоб, Сангистон, Пенджикент, Мадрушкат, Дехавз, Искандеркуль, Шахристан за период (2000-2019 гг.) проведен по фондовым данным Таджгидромета [4].

Схема расположения метеостанций и гидропоста (кишлак) Пете представлена на рис. 1.

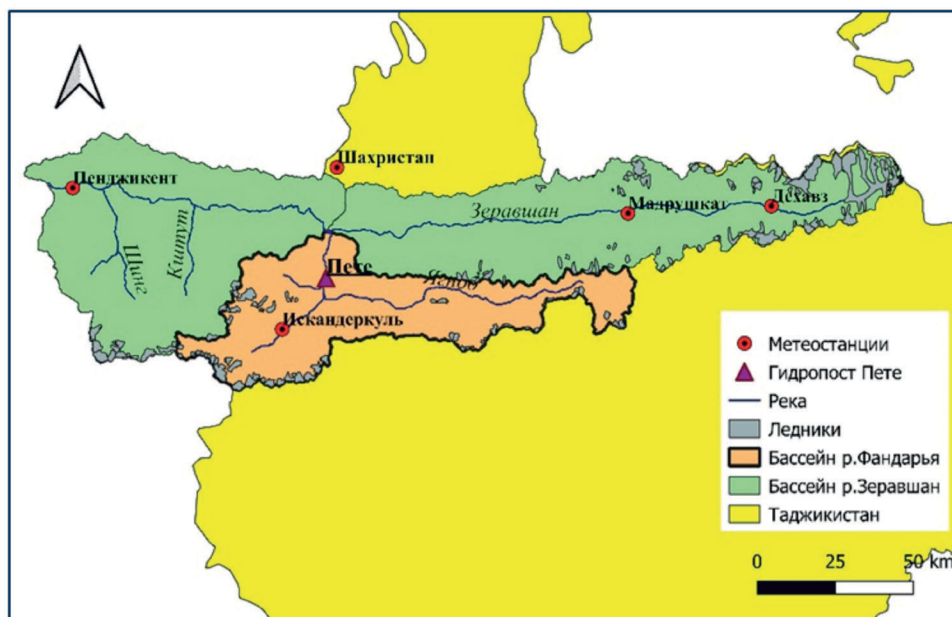


Рис.1. Карта-схема бассейна реки Фандарья. Размещение метеостанций и гидропоста Пете на территории бассейна.

В настоящей работе для оценки влияния метеопараметров на сток реки Фандарья использовалась корреляционная матрица, которая показала эффективность вклада каждого из метеопараметров в межгодовую и внутригодовую изменчивость стока [5].

Проведение таких исследований имеет важное значение для гидрологического прогнозирования на основе данных наземных наблюдений. Статистически значимые зависимости стока рек с метеопараметрами используются для прогнозов водности рек на различные периоды, заблаговременно [6, 7].

Данная методика была апробирована для бассейнов рек Таджикистана: Гунт, Зерафшан и Варзоб, и может в дальнейшем использоваться для оперативного гидрологического прогнозирования и предупреждения гидрологических засух и наводнений [8, 9, 10].

**Результаты исследований.** Анализ эффективности вклада различных метеопараметров в сток реки Фандарья на период половодья, представлен в корреляционной матрице в табл. 1, 2.

Таблица 1.

Корреляционная матрица между суммой осадков  
и средними расходами воды за период половодья

| Название метеостанции | Коэффициенты корреляции расходов воды и суммы осадков |                          |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|
|                       | холодный (октябрь-март)                               | теплый (апрель-сентябрь) |
| Сангистон             | 0.58                                                  | 0.56                     |
| Анзоб                 | 0.52                                                  | 0.57                     |
| Пенджикент            | 0.51                                                  | 0.82                     |
| Мадрушкат             | 0.68                                                  | 0.40                     |
| Дехавз                | 0.03                                                  | 0.13                     |
| Искандеркул           | 0.59                                                  | 0.49                     |
| Шахристан             | 0.02                                                  | 0.19                     |

Таблица 2.

Корреляционная матрица между среднемесячной температурой воздуха  
и средними расходами воды за период половодья

| Название метеостанции | Коэффициенты корреляции расходов воды и среднемесячной температуры воздуха |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | 1                                                                          | 2    | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
| Сангистон             | 0.38                                                                       | 0.35 | 0.27 | -0.28 | -0.66 | -0.42 | -0.15 | -0.36 | 0.05  | 0.06  | 0.34  | -0.07 |
| Анзоб                 | -0.09                                                                      | 0.08 | 0.06 | -0.19 | -0.32 | -0.51 | -0.40 | -0.34 | -0.24 | 0.04  | 0.28  | 0.02  |
| Пенджикент            | 0.32                                                                       | 0.31 | 0.12 | -0.43 | -0.60 | -0.50 | 0.13  | -0.04 | 0.03  | -0.13 | 0.40  | -0.03 |
| Мадрушкат             | 0.25                                                                       | 0.34 | 0.32 | -0.04 | -0.59 | -0.47 | -0.34 | -0.37 | -0.04 | -0.08 | 0.24  | -0.21 |
| Дехавз                | 0.29                                                                       | 0.33 | 0.32 | -0.05 | -0.62 | -0.54 | -0.31 | -0.09 | -0.15 | -0.05 | 0.28  | 0.07  |
| Искандеркул           | 0.28                                                                       | 0.63 | 0.34 | 0.36  | -0.37 | -0.41 | -0.43 | -0.37 | -0.05 | -0.22 | -0.02 | -0.43 |
| Шахристан             | 0.15                                                                       | 0.23 | 0.34 | -0.33 | -0.58 | -0.65 | -0.21 | -0.13 | -0.25 | 0.07  | 0.07  | -0.03 |

Построенная матрица корреляции средних расходов воды за период половодья по реке Фандарья с данными метеопараметров позволила выделить репрезентативные метеостанции в данном бассейне.

Коэффициенты корреляции суммы осадков за холодный период времени по данным метеостанций со стоком за период половодья составили 0.51-0.68 (исключение Дехавз и Шахристан – 0.02 – 0.03), что связано со значительной ролью сезонных запасов снега в питании реки.

Коэффициенты корреляции суммы осадков за теплый период времени по данным метеостанций со стоком за период половодья составили 0.40-0.82 (исключение Дехавз и Шахристан – 0.13 – 0.19), что указывает на участие жидких осадков в формировании стока реки в весенне-летний период.

Коэффициенты корреляции с температурой воздуха в зимние месяцы (январь - февраль) по большинству метеостанций составляют 0.23-0.38, наибольший коэффициент корреляции был с температурой воздуха за февраль по МС Искандеркуль – 0.63. Тесную зависимость (от -0.32 до -0.66) имеет сток реки с температурами воздуха за май-июнь по данным всех метеостанций.

По данным некоторых метеостанций коэффициенты корреляции с температурой воздуха за апрель, июль и август составили -0.31; -0.43, а с температурой воздуха за март и ноябрь 0.32 – 0.40 (см. табл.1).

Наименьшие коэффициенты корреляции стока реки Фандарья за период половодья были с температурой воздуха за сентябрь, октябрь и декабрь.

Статистически значимые ( $R=0.58 \dots, 0.82$ ;  $(-0.58 \dots, -0.65)$ ) зависимости стока реки Фандарья за период половодья были с метеопараметрами (рис.2, 3):

- сумма осадков за холодный период (октябрь-март) по

МС Искандеркуль, Мадрушкат, Сангистон;

- сумма осадков за теплый период (апрель-сентябрь) по

МС Пенджикент;

- среднемесячная температура воздуха за февраль по МС Искандеркуль, за май по МС Мадрушкат, Дехавз, Пенджикент, Шахристан, и Сангистон и за июнь по МС Шахристан.

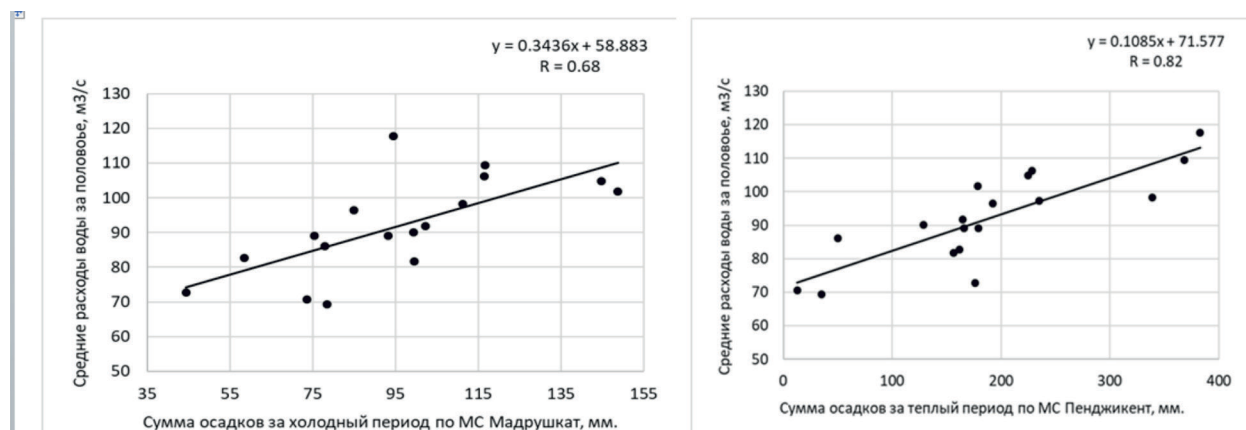


Рис. 2. Графики зависимости средних расходов воды за период половодья по реке Фандарья с суммой осадков за холодный (слева) и теплый (справа) периоды.

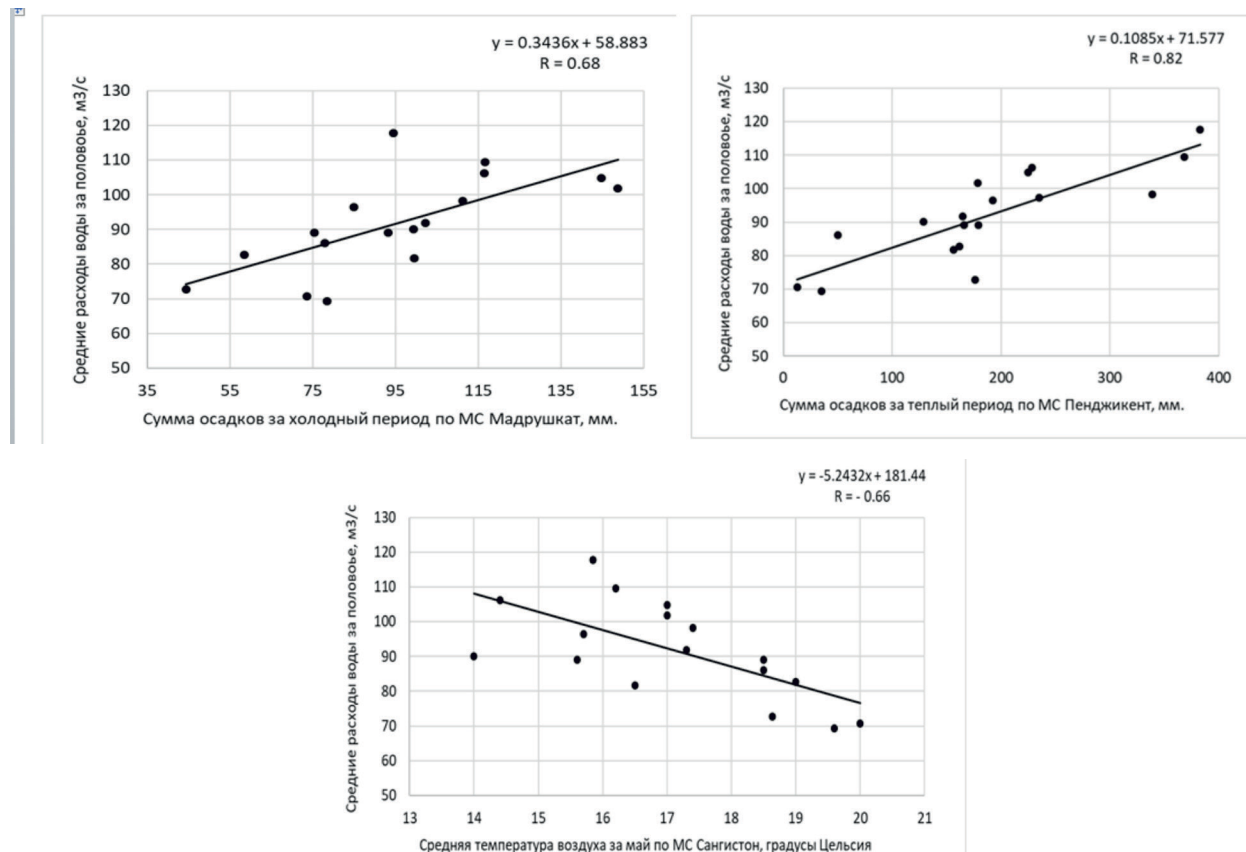


Рис. 3. Графики зависимости средних расходов воды за период половодья по реке Фандарья со средней температурой воздуха за февраль (слева сверху), июнь (справа сверху) и май (снизу).

**Выводы:**

- Статистически значимые коэффициенты корреляции стока реки Фандарья за период половодья были выявлены с осадками за холодный период, формирующими запасы снега, которые образуют талый снеговой сток в апреле-июне.
- Осадки за теплый период по МС Пенджикент, также статистически значимые и принимают участие в формировании стока в период половодья.
- Температура воздуха за февраль по МС Искандеркуль имеет тесную зависимость со стоком ( $R=0.63$ ) и влияет на условия снегонакопления в зимний период.
- Температура воздуха в мае имеет высокие коэффициенты корреляции со стоком по большинству метеостанций ( $-0.58 \dots, -0.66$ ) и влияет на интенсивность таяния сезонного снега.
- Также температура воздуха в июне по МС Шахристан имеет высокий коэффициент корреляции ( $R = -0.65$ ) со стоком.
- Зависимости стока реки Фандарья за период половодья с осадками за холодный период и температурой воздуха за февраль могут быть использованы в целях гидрологического прогнозирования и предупреждения опасных гидрологических явлений (наводнения, гидрологические засухи).

**Литература**

1. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. САНИГМИ. - Л.: изд.: ГИМИЗ, 1965, 680 с.
2. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Государственный водный кадастр. Т. XII. - Л.: Гидрометеиздат, 1987.
3. Каталог ледников СССР. Вклад верховьев р. Зеравшана от устья р. Фандарьи. - Л.: Гидрометеиздат. Т. 14, Часть 1 – 2. 1982.
4. Фонды Агентства по гидрометеорологии при МЧСРТ (Таджикгидромет).
5. Подрезов О.А. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений. Учебник для бакалавров – гидрометеорологов. - Бишкек: изд.: КРСУ, 2019. 170 с.
6. Калашникова О.Ю. К вопросу о гидрологических прогнозах горных рек на весенне-летний период. «Метеорология и гидрология в Кыргызстане», - Бишкек, 2003.
7. Калашникова О.Ю., Гафуров А. Использование наземных и спутниковых данных о снежном покрове для прогноза стока реки Нарын. // Журнал Лед и Снег. - Изд.: «Наука». Москва Том 57 №4. 2017г. (DOI: <http://dx.doi.org/10.15356/2076-6734-2017-4-507-517>).
8. Ниязов Дж.Б., Калашникова О.Ю., Мирзохонова С.О., Наврузшоев Х.Д. Влияние метеопараметров на сток и прогноз половодья на реке Гунт (приток реки Пяндж, бассейн реки Амударья, Таджикистан). Материалы Международной научной конференции, посвященной 15-летию со дня образования ЦАИИЗ. Дистанционные и наземные исследования в Центральной Азии. - Бишкек, Кыргызстан, 17-18 сентября 2019, С. 178-186. (ISBN 978-9967-12-834-7)
9. Ниязов Дж.Б., Калашникова О.Ю. Динамика стока и прогноз половодья на реке Варзоб по данным наземных наблюдений// Журнал «Гидрометеорология и экология». Вып. №1. – Алматы, 2020, с.163-175.;
10. Ниязов Дж.Б., Калашникова О.Ю., Мирзохонова С.О. Прогноз стока реки Зеравшан на половодье по данным наземных наблюдений//Вестник КРСУ. 2020. Т.20. №8. С.105-110);

## ТАЪСИРИ ОМИЛҲОИ ИҚЛИМӢ БА РЕҶАИ ГИДРОЛОГИИ ФОНДАРӢ

Ниёзов Ҷ.Б.

**Аннотатсия:** дар асоси мушоҳидаҳо дар давраи муосир аз соли 2000 то 2019, муаллиф самаранокии таъсири омилҳои асосии иқлимиро ба ҷараёни дарёи Фандарё (шохоби калонтарини дарёи Зарафшон) арзёбӣ кардааст. Мувофиқи параметрҳои метеорологии 7 истгоҳи обу ҳавосанҷии шабакаи Тоҷикгидромет, ки дар ҳавзаи дарёи Зарафшон ва минтақаҳои наздисарҳадӣ ҷойгиранд, дар давраи обхезӣ (растанӣ) бо маҷрои дарёи Фандария матритсаи коррелятсия сохта шудааст. Дар мақола истгоҳҳои намоёндагии истгоҳҳои обу ҳавосанҷии муайян ва вобастагии омории аҳамияти параметрҳои обу ҳаво бо ҷараёни дарёи Фандарё нишон дода шудааст. Ин таҳқиқот барои мақсадҳои пешгӯии амалии гидрологӣ ва пешгирии падидаҳои хавфноки гидрологӣ муҳим ҳастанд.

**Калидвожаҳо:** сарфи обӣ дарё, тағйирёбии дохили соли сарфи об, пешгуии обҳои дарё дар ҳавзаи дарёи Фандарё, ҳавзаи дарёи Фандарё, параметрҳои метеорологии.

## THE CLIMATIC FACTORS INFLUENCE ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE FANDARYA RIVER

Niyazov J.

**Annotation:** based on observations for the modern period from 2000 to 2019, the author assessed the effectiveness of the influence of the main climatic factors on the flow of the Fandarya River (the largest tributary of the Zeravshan River). A correlation matrix of the Fandarya river runoff was built during the flood (vegetation) period according to the meteorological parameters of 7 meteorological stations of the Tajikhydromet network, which are located in the Zeravshan river basin and bordering areas. The article identifies representative meteorological stations and reveals statistically significant dependences of meteorological parameters with the Fandarya River runoff.

These studies are important for the purposes of operational hydrological forecasting and prevention of hazardous hydrological phenomena.

**Key words:** The flow of the river, flood, weather parameters, the basin of the River Fandarya, Tajikistan.

**Маълумот дар бораи муаллиф:** Ниязов Ҷаффар Баҳодурович, номзади илмҳои таърих, мудири озмоишгоҳи “Иқлимшиносӣ, яхшиносӣ ва моделкунонии захираҳои об”-и Институты масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ.

**Сведения об авторе:** Ниязов Джаффар Бахадурович, кандидат исторических наук, заведующий лабораторией “Климатология, гляциология и моделирование водных ресурсов” Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии, НАНТ.

**Information about the author:** Niyazov Jafar Bahoduuobich, candidate of the social sciences. Head of laboratory and climatology's and glaciology of the Institute of water problems, hydropower and ecology NAST.