

УДК 551.582.1

DOI: 10.31040/2222-8349-2024-0-4-154-157

**ВЛИЯНИЕ ГОРНОЙ ОРОГРАФИИ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ МАСС
И ФОРМИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ПЯНДЖ**

© А.О. Рахимзода, С. Дж. Шоева, И.Ш. Норматов

Представлены результаты корреляционных зависимостей среднегодовых атмосферных осадков Западного и Восточного Памира по данным метеорологических станций соответствующих климатических зон за период 1940–2022 гг., проведенных с использованием корреляций Пирсона и Стьюдента. Установлено, что в среднемноголетнем распределении атмосферных осадков в Западном Памире существует определенная закономерность в распределении атмосферных осадков с высотой, то есть уменьшение осадков на каждые 100 м высоты по 6.5–7.1 мм. Сезонное распределение атмосферных осадков в западных и восточных частях Памира показывает, что периоды максимальных среднегодовых значений осадков на Западном Памире охватывают зимний (декабрь–февраль), весенний (март–май) сезоны. На Восточном Памире максимальное значение атмосферных осадков наблюдается в летний сезон. Изучением корреляции значений среднегодовых осадков Западного и Восточного Памира с использованием корреляций Пирсона и Стьюдента исследовалась взаимная связь среднегодовых сумм осадков и температуры по данным метеостанций Хорог и Джавшангоз Западного Памира, Ирхт Центрального и Мургаб и Шаймак Восточного Памира. Обобщение результатов мониторинга пространственного распределения атмосферных осадков по климатическим зонам Памира показало, что в обеспечении Восточного Памира существенный вклад вносят летние индийские муссоны.

Ключевые слова: Памир, корреляция, осадки, воздушные массы, температура, влажность, климатические зоны, река Пяндж, бассейн.

Влага, переносимая воздушными массами на материк со стороны океанов, может распространяться на большие расстояния и способствовать выпадению осадков в отдаленных районах. В условиях непрерывного изменения климата взаимоотношение между источниками и местами выпадения атмосферных осадков постоянно меняется и играет важную роль при оценке водного баланса [1].

Особенно актуально рассмотрение проблем территориально-экологической оптимизации и формирования культурных ландшафтов в сочетании с вопросами организации и функционирования особо охраняемых природных территорий (ООПТ) для освоенных районов [2].

Запас влаги в горах Памира определяет гидрологический цикл и влияет на местные сообщества через социально-экономические

аспекты, такие как гидроэнергетика, сельское хозяйство и другие инфраструктуры. Недостаточные и ненадежные данные природных наблюдений не позволяют точно оценить запасы влаги и их временные и пространственные изменения в различных средах.

Исследование проблем устойчивого развития природных комплексов горных территорий, которые оказывают прямое или косвенное воздействие не только собственно на горные области, но и на окружающие равнины, является актуальным [3].

Проблемы определения источников влагообеспечения Центрально-Азиатского региона, особенно его горной части, освещены в ряде публикаций последних лет [4]. Влага Средиземноморья считается одним из возможных источников осадков в Центральной Азии,

РАХИМЗОДА Алишер Орзу – к.ф.-м.н., Национальная Академия наук Таджикистана,
e-mail: inomnor@mail.ru

ШОЕВА Саида Джухраоновна, Кулябский государственный университет им. А. Рудаки,
e-mail: zar.rakhimov@mail.ru

НОРМАТОВ Ином Шерович – д.х.н., Национальная Академия наук Таджикистана,
e-mail: inomnor@mail.ru

и предложено множество путей ее поступления в регион, не исключая положения полярных воздушных масс и континентальных западных ветров [5].

Исследования изотопного состава рек Западного и Центрального Памира вдоль 70° и 71.1° в. д. на высотах 1075–1525 м над у.м. показывают, что значения $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ лежат в пределах -11.5 – -15.05‰ и -73.68 – -102.67‰ соответственно и описываются зависимостью $\delta^2\text{H} = 8.08\delta^{18}\text{O} + 18.97$ ($R^2 = 0.9996$).

Точки значений изотопов кислорода и водорода для рек Памира расположены вблизи главной линии метеорных вод (ГЛМВ), что является показателем малого количества осадков летом в западной и центральной части Памира и вкладом ледников в обеспечение рек водой в летний период. Высокие значения избыточного дейтерия (D) в речной воде свидетельствуют о том, что основным источником атмосферных осадков на Западном и Центральном Памире являются влажные воздушные массы со стороны Средиземноморья, переносимые западными воздушными массами [6, 7].

Целью настоящей статьи является определение основных источников влагообеспечения Западного и Восточного Памира методом корреляции значений их атмосферных осадков.

Объект и методы исследований. Использовались среднемесячные значения атмосферных осадков метеостанций Хорог (2077 м над у.м.), Джавшангоз (3410 м над у.м.), Ишкашим (2524 м над у.м.) и Дарваз (1288 м над у.м.) на Западном Памире и в Мургабе (3576 м над у.м.), Шаймак (3840 м над у.м.) и Каракуль (3932 м над у.м.) на Восточном Памире за период 1940–2020 гг. Корреляции Пирсона и Стьюдента широко использовались для определения корреляций величин атмосферных осадков на Западном и Восточном Памире.

Результаты и их обсуждение. Среднегодовое распределение атмосферных осадков в западной климатической зоне Памира показано на рис. 1, из которого следует, что на Западном Памире существует определенная закономерность в распределении атмосферных осадков с высотой, то есть уменьшение осадков на каждые 100 м высоты по 6.5–7.1 мм.

Между периодами максимальных снегопадов в западной, центральной климатических зонах Памира, характеризующихся обильными

осадками, и восточной засушливой климатической зоне должен быть временной интервал. Это связано прежде всего с тем, что массы сухого воздуха, пересекавшие горные хребты, должны быть насыщены водяными парами. Среднегодовое месячный снежный покров на метеостанциях бассейна реки Пяндж показывает, что максимальное значение снежного покрова на восточных метеостанциях Булункул и Шаймак соответствует марту [8].

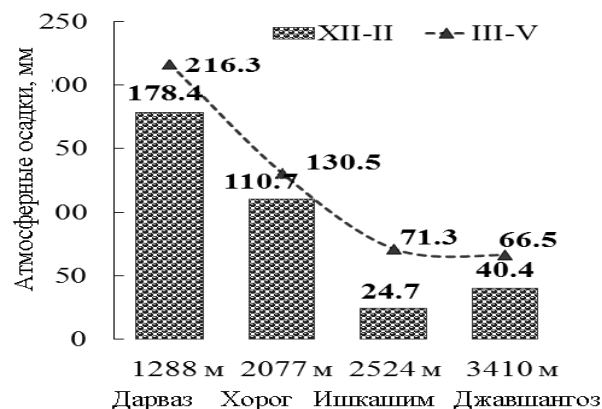


Рис. 1. Среднегодовое распределение атмосферных осадков в западной климатической зоне Памира

На рис. 2 представлено пространственное распределение среднегодовых значений атмосферных осадков на Западном (Хорог), Центральном (Ирхт) и Восточном (Мургаб, Шаймак) Памире. Как видно из рис. 2, атмосферные осадки на Западном и Центральном Памире преобладают не только зимой, но также весной.

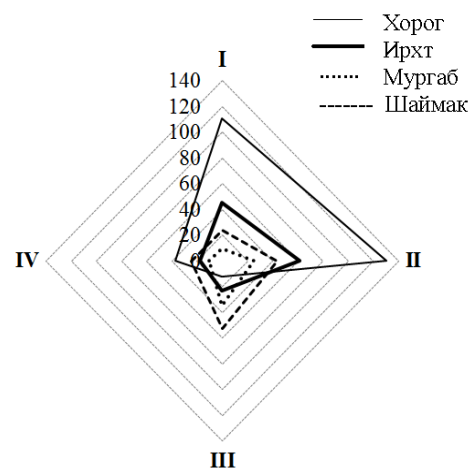


Рис. 2. Сезонное распределение осадков (мм) в западной и восточных частях Памира

На Восточном Памире максимальное значение атмосферных осадков наблюдается в летний сезон. Учитывая, что корреляция между значениями среднегодовых осадков Западного и Восточного Памира может пролить свет на выявление источников обеспечения климатических зон осадками, с использованием корреляций Пирсона и Стьюдента исследовалась взаимная связь их среднегодовых сумм осадков и температуры по данным метеостанций Хорог и Джавшангоз Западного Памира, Ирхт Центрального и Мургаб и Шаймак Восточного Памира.

На рис. 3 показаны значения коэффициентов корреляции температуры (r_t) и атмосферных осадков (r_p).

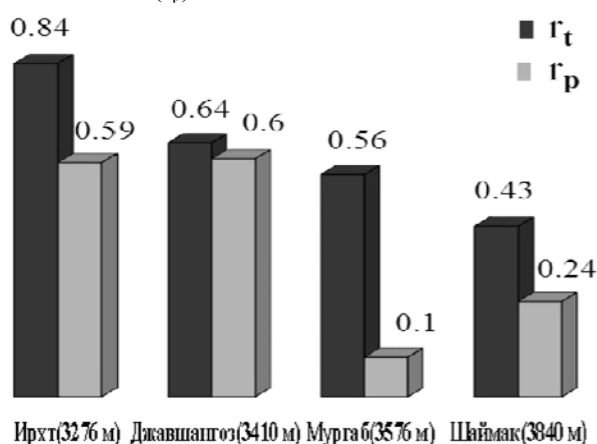


Рис. 3. Значения коэффициентов корреляции температуры (r_t) и атмосферных осадков (r_p) метеостанции Хорог и метеостанций Западного, Центрального и Восточного Памира

Как видно из рис. 3, данные атмосферных осадков Западного Памира тесно связаны с данными других метеорологических станций Центрального Памира с коэффициентами корреляции 0.6 и 0.59 соответственно. В свою очередь, коэффициенты корреляции атмосферных осадков Западного и Восточного Памира характеризуются невысокими значениями 0.1–0.25, что свидетельствует о небольшом вкладе средиземноморской влаги в обеспечение осадков Восточного Памира. Источником влагообеспечения Восточного Памира являются летние муссоны Индийского океана.

Литература

1. Pohl E., Gloaguen R., Seiler R. Remote Sensing-Based Assessment of the Variability of Winter and Summer Precipitation in the Pamirs and Their Effects on

Hydrology and Hazards Using Harmonic Time Series Analysis // *Remote Sens.* 2015. V. 7. P. 9727–9752. DOI: 10.3390/rs70809727.

2. Хусаинов А.Ф., Гиниятуллин Р.Х., Гареева С.А., Тагирова О.В., Кулагин А.Ю. Формирование структуры природопользования в природном парке «Кандры-куль» (Предуралье, Республика Башкортостан) // *Известия Уфимского научного центра РАН.* 2023. № 2. С. 47–55.

3. Хасанова Г.Ф. Оценка современного геоэкологического состояния ландшафтов среднегорий Южного Урала: методы и результаты исследований // *Известия Уфимского научного центра РАН.* 2021. № 4. С. 69–74.

4. Jeelani G., Deshpande R.D., Shah R.A., Hassan W. Influence of southwest monsoons in the Kashmir Valley, western Himalayas // *Isot. Environ. Health Study.* 2017. V. 53. P. 400–412. DOI: 10.1080/10256016.2016.1273224.

5. Pang H., Hou S., Kaspari S., Mayewski P. Influence of regional precipitation patterns on stable isotopes in ice cores from the central Himalayas // *Cryosphere.* 2014. V. 8. P. 289–301. DOI: 10.5194/tc-8-289-2014.

6. Норматов И.Ш., Хомидов А., Норматов П.И., Муминов А.О. Пространственное распределение атмосферных осадков Центрального и Западного Памира и их влияние на формирование изотопного состава поверхностных вод // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы.* 2022. № 2(384). С. 74–82.

7. Норматов И.Ш., Фрумин Г.Т., Хомидов А. Сезонные и высотные колебания стабильных изотопов рек Западного и Центрального Памира // *Гидрометеорология и экология.* 2022. № 67. С. 27–34.

8. Normatov I., Normatov P. Climate change impact on hydrological characteristics and water availability of the Mountain Pamir Rivers // *Proc. IAHS.* 2020. V. 383. P. 31–41. <https://doi.org/10.5194/piahs-383-31-2020>.

References

1. Pohl E., Gloaguen R., Seiler R. Remote Sensing-Based Assessment of the Variability of Winter and Summer Precipitation in the Pamirs and Their Effects on Hydrology and Hazards Using Harmonic Time Series Analysis // *Remote Sens.*, 2015, vol. 7, pp. 9727–9752. doi:10.3390/rs70809727.

2. Husainov A.F., Ginijatullin R.H., Gareeva S.A., Tagirova O.V., Kulagin A. Ju. Formirovanie struktury prirodopol'zovaniya v prirodnom parke «Kandry-kul» (Predural'e, Respublika Bashkortostan) // *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2023, no. 2, pp. 47–55.

3. Hasanova G.F. Ocenka sovremennogo geojekologicheskogo sostojaniya landshaftov srednegorij juzhnogo Urala: metody i rezul'taty issledovanij //

Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN, 2021, no. 4, pp. 69-74.

4. Jeelani G., Deshpande R.D., Shah R.A., Hassan W. Influence of southwest monsoons in the Kashmir Valley, western Himalayas // *Isot. Environ. Health Study*, 2017, vol. 53, pp. 400–412. doi: 10.1080/10256016.2016.1273224.

5. Pang H., Hou S., Kaspari S., Mayewski P. Influence of regional precipitation patterns on stable isotopes in ice cores from the central Himalayas // *Cryosphere*, 2014, vol. 8, pp. 289–301. doi: 10.5194/tc-8-289-2014.

6. Normatov I. Sh., Homidov A., Normatov P.I., Muminov A.O. Prostranstvennoe raspredelenie

atmosfernykh osadkov Central'nogo i Zapadnogo Pamira i ih vliyanie na formirovanie izotopnogo sostava poverhnostnykh vod // *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy*, 2022, no. 2 (384), pp. 74-82.

7. Normatov I. Sh., Frumin G.T., Homidov A. Sezonnye i vysotnye kolebanija stabil'nykh izotopov rek Zapadnogo i Central'nogo Pamira // *Gidrometeorologija i jekologija*, 2022, no. 67, pp. 27-34.

8. Normatov I., Normatov P. Climate change impact on hydrological characteristics and water availability of the Mountain Pamir Rivers // *Proc. IAHS*, 2020, vol. 383, pp. 31–41. <https://doi.org/10.5194/piahs-383-31-2020>.

INFLUENCE OF MOUNTAIN OROGRAPHY ON THE PENETRATION OF AIR MASSES AND THE FORMATION OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE PYANJ RIVER BASIN

© **A.O. Rahimzoda¹, S.J. Shoeva², I.Sh. Normatov¹**

¹ National Academy of Science,
17, ulitsa Rudaki, 734025, Dushanbe, Tajikistan

² Kulyab State University named after A. Rudaki,
16, ulitsa S. Safarova, 735360, Kulyab, Tajikistan

The results of correlation dependences of mean annual precipitation of the Western and Eastern Pamirs according to the data of meteorological stations of the corresponding climatic zones for the period 1940–2022 are presented, using Pearson and Student correlations. It was found that in the mean annual distribution of precipitation in the Western Pamir there is a certain regularity in the distribution of precipitation with altitude, i.e. a decrease in precipitation for each 100 m of altitude by 6.5–7.1 mm. Seasonal distribution of precipitation in the western and eastern parts of the Pamirs shows that the periods of maximum average annual precipitation values in the Western Pamirs cover winter (December–February), spring (March–May) seasons. In the Eastern Pamir, the maximum value of precipitation is observed in the summer season. By studying the correlation of values of mean annual precipitation of the Western and Eastern Pamirs using Pearson and Student correlations, the mutual connection of their mean annual precipitation amounts and temperature was investigated using data from meteorological stations Khorog and Javshangoz of the Western Pamir, Irkht of the Central Pamir, and Murgab and Shaimak of the Eastern Pamir. Generalization of the results of monitoring of spatial distribution of atmospheric precipitation by climatic zones of the Pamirs has established that summer Indian monsoons make a significant contribution to the provision of the Eastern Pamirs.

Keywords: Pamir, correlation, precipitation, air masses, temperature, humidity, climatic zones, Pyanj River, basin.