

МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ ИЛМИИ
«МАРКАЗИ ОМУЗИШИ ПИРЯХҲОИ
АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН»



КРИОСФЕРА CRYOSPHERE

№ 1 (5) 2022

Душанбе
2022



ISSN 2789-8326

КРИОСФЕРА

Муассиси маҷалла:

МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ ИЛМИИ «МАРКАЗИ ОМУЌИШИ ПИРЯХҲОИ АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН»

Маҷаллаи илмӣ-назариявӣ “Криосфера” соли 2021 таъсис ёфта, дар давоми як сол чаҳор шумора нашр мешавад. Маҷалла таҳти №194/МҚ аз 15 мартӣ соли 2021 дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қайд гирифта шудааст.

Сармуҳаррир: Абдулҳамид ҚАҶОМОВ – академики Академияи байналмилалӣ оид ба бехатарии ҳаёт, академики Академияи муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон, профессор

Муовини сармуҳаррир: Алишо ШОМАҲМАДОВ – номзади илмҳои физикаю математика

Ҳайати таҳририя:

Абдуфаттоҳ РАҲИМОВ – доктори илмҳои география, профессор;
Холназар МУҲАББАТОВ – доктори илмҳои география, профессор;
Уктам МУРТАЗОЕВ – доктори илмҳои география, профессор;
Садириддин АБДУРАҲИМОВ – доктори илмҳои геологияю минерология;
Сабур АБДУЛЛОЕВ – доктори илмҳои физикаю математика;
Аҳрорҷон ҚАЛАНДАРОВ – номзади илмҳои география;
Амриддин САМИЕВ – номзади илмҳои география;
Муборакшо ТАБАРУКОВ – номзади илмҳои география.

Ҳайати таҳририяи байналмилалӣ:

Мартин ҲОУЛЗЛ – профессор (Швейтсария);
Майкл ЗЕМП – профессор (Швейтсария);
Франческа ПЕЛЛИКСИОТТИ – профессор (Швейтсария);
Владимир КОНОВАЛОВ – профессор (Москва);
Шичанг КАНГ – профессор (Хитой);
Кристина ТОВМАСЯН – доктор Phd (Қазоқистон);
Эван МАЙЛЗ – доктор Phd (ИМА);
Александр ЕГОРОВ – доктор Phd (Қазоқистон);
Дмитрий ПЕТРАКОВ – доктор Phd (Москва);
Томас САКС – доктор Phd (Швейтсария).

МУНДАРИҶА

1. **А. Қ. Қаюмов, А. М. Шомахмадов, М. Т. Сафаров.** Омӯзиши алоқамандии параметрҳои метеорологӣ дар ҳавзаҳои дарёҳои асосии Тоҷикистон барои давраи зимистон ва аввали баҳори солҳои 2017-2022..... 8-39
2. **А. Қ. Қаюмов, А. М. Шомахмадов, А. Б. Боқизода.** Саҳми пирахҳо дар ташаккули захираҳои гидроэнергетикии ҳавзаи дарёи Зарафшон..... 40-51
3. **А. Қ. Қаюмов, Х. Саидзода, Х. Қ. Кабутов.** Омӯзиши пирахҳои набзони ҳавзаи дарёи Обихингоб бо усули фосилавӣ - зондиронӣ..... 52-65
4. **А. Қ. Қаюмов, У. А. Амиров, Х. Қ. Кабутов, Ҳ. Д. Наврузшоев.** Арзёбии тағйирёбии масоҳати пирахҳо дар ҳавзаи дарёҳои Дарай-Нурхун, Дарай - Шитхарв, Сари - Шитхарв..... 66-78
5. **А. Қ. Қаюмов, А. Х. Давлятова, М. Ш. Давлатова.** Ҳавзаи дарёи Каниз ва вазъи гидрологӣ ва метеорологии он дар шароити тағйирёбии иқлим..... 79-90
6. **А. Қ. Қаюмов, Т. Расулзода, Н. Б. Қурбонов, Ф. Қ. Восидов.** Таъсири тағйирёбии иқлим ба речаи гидрологии обҳои ҳавзаи дарёи Панҷ..... 91-104



ISSN 2789-8326

КРИОСФЕРА

Учредитель журнала:

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЦЕНТР ИЗУЧЕНИЯ ЛЕДНИКОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ТАДЖИКИСТАНА»

Научно-теоретический журнал «Криосфера» основан в 2021 году и выходит четыре номера в год. Журнал зарегистрирован под №194 / МЧ с 15 марта 2021 года в Министерстве культуры Республики Таджикистан.

Главный редактор: Абдулхамид КАЮМОВ - академик Международной академии наук безопасности жизнедеятельности, академик Инженерной академии Республики Таджикистан, профессор

Заместитель главного редактора: Алишо ШОМАХМАДОВ – кандидат физико-математических наук.

Редакционная коллегия:

Абдуфаттох РАХИМОВ - доктор географических наук, профессор;
Холназар МУХАББАТОВ - доктор географических наук, профессор;
Уктам МУРТАЗОЕВ - доктор географических наук, профессор;
Садириддин АБДУРАХИМОВ - доктор геолого-минералогических наук;
Сабур АБДУЛЛОЕВ - доктор физико-математических наук;
Ахрорджон КАЛАНДАРОВ - кандидат географических наук;
Амриддин САМИЕВ - кандидат географических наук;
Муборакшо ТАБАРУКОВ - кандидат экономических наук.

Международный редакционный совет:

Мартин ХЕЛЬЦЛЕ - профессор (Швейцария);
Майкл ЗЕМП - профессор (Швейцария);
Франческа ПЕЛЛИКСИОТТИ - профессор (Швейцария);
Владимир КОНОВАЛОВ - профессор (Москва);
Шичанг КАНГ – профессор (Китай);
Кристина ТОВМАСЯН - доктор Phd (Казахстан);
Эван МАЙЛЗ - доктор Phd (США);
Александр ЕГОРОВ - доктор Phd (Казахстан);
Дмитрий ПЕТРАКОВ - доктор Phd (Москва);
Томас САКС - доктор Phd (Швейцария).

© Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|--------|
| 1. А. К. Каюмов, А. М. Шомахмадов, М. Т. Сафаров. Изучение взаимосвязи метеорологических параметров и снежного покрова в основных бассейнах рек Таджикистана за зимний период и начало весны 2017- 2022 гг..... | 8-39 |
| 2. А. К. Каюмов, А. М. Шомахмадов, А. Б. Бокизода. Вклад ледников в формировании гидроэнергетических ресурсов бассейна реки Зеравшан..... | 40-51 |
| 3. А. К. Каюмов, Х. Саидзода, Х. К. Кабутов. Исследование пульсирующих ледников бассейна реки Обихингоб методом дистанционного зондирования..... | 52-65 |
| 4. А. К. Каюмов, У. А. Амиров, Х. К. Кабутов, Х. Д. Наврузшоев. Оценка изменений площади ледников в бассейне реки Дарай-Нурхун, Дарай-Шитхарв, Сары-Шитхарв..... | 66-78 |
| 5. А. К. Каюмов, А. Х. Давлятова. М. Ш. Давлатова. Бассейн реки Каниз и его гидрологическое и метеорологическое положение в условиях изменения климата..... | 79-90 |
| 6. А. К. Каюмов, Т. Х. Расулзода, Н. Б. Курбонов, Ф. К. Восидов. Влияние изменения климата на гидрологический режим водных артерий бассейна реки Пяндж..... | 91-104 |



ISSN 2789-8326

CRYOSPHERE

Founder of the journal:

THE STATE SCIENTIFIC INSTITUTION «Center for Research of Glaciers of the National Academy of Sciences of Tajikistan»

The scientific and theoretical journal "Cryosphere" was founded in 2021 and is published four issues a year. The journal is registered under No. 194 / MJ since March 15, 2021 at the Ministry of Culture of the Republic of Tajikistan.

Editor-in-Chief: Abdulhamid KAYUMOV - Academician of the International Academy of Life Safety Sciences, Academician of the Engineering Academy of the Republic of Tajikistan, Professor

Deputy Editor-in-Chief: Alisho SHOMAHMADOV - Candidate of Physical and Mathematical Sciences;

Editorial team:

Kholnazar MUKHABBATOV - Doctor of Geographical Sciences, Professor;
Uktam MURTAZOEV - Doctor of Geographical Sciences, Professor;
Sadiriddin ABDURAHIMOV - Doctor of geological and mineralogical sciences;
Sabur ABDULLOEV - Doctor of Physical and Mathematical Sciences;
Ahrorjon KALANDAROV - Candidate of geographical sciences;
Amriddin SAMIEV - Candidate of geographical sciences;
Muboraksho TABARUKOV - Candidate of geographical sciences.

International Editorial Board:

Martin HOELZLE - Professor (Switzerland);
Michael ZEMP - Professor (Switzerland);
Francesca PELLICCIOTTI - Professor (Switzerland);
Vladimir KONOVALOV - Doctor of Geographical Sciences (Moscow);
Shichang KANG – Professor (China);
Kristine TOVMASYAN - Dr Phd (Kazakhstan);
Yegorov Alexandr- Dr Phd (Kazakhstan);
Evan MILES - Dr Phd (USA);
Dmitry PETRAKOV - Dr Phd (Moscow);
Tomas SAKS - Dr Phd, (Switzerland).

© The state scientific institution «Center for Research of Glaciers of the National Academy of Sciences of Tajikistan», 2022

CONTENT

| | |
|--|--------|
| 1. A. K. Kayumov, A. M. Shomahmadov, M. T. Safarov. Studying the relationship of meteorological parameters and snow cover in the main river basins of Tajikistan for the winter period and the beginning of spring 2017-2022..... | 8-39 |
| 2. A. K. Kayumov, A. M. Shomakhmadov, A. B. Bokizoda. The contribution of the glaciers to the formation of energy resources of the Zeravshan river basin..... | 40-51 |
| 3. A. K. Kayumov, Kh. Saidzoda, Kh. K. Kabutov. Studying of the Obihingob basin river surging glaciers by remote sensing method..... | 52-65 |
| 4. A. K. Kayumov, U. A. Amirov, Kh. K. Kabutov, H. D. Navruzshoev. Estimates of changes in the area of glaciers in the glacier basin of the Darai-Nurkhun, Darai-Shitkharv, Sary-Shitkharv rivers..... | 66-78 |
| 5. A. K. Kayumov, A. K. Davlyatova. M. SH. Davlatova The Kaniz river basin and its hydrological and meteorological position under the conditions of climate change..... | 79-90 |
| 6. A. K. Kayumov, T. Kh. Rasulzoda, N. B. Kurbonov, F.Q. Vosidov. The impact of climate change on the hydrological regime of the waterways of the Pyanj River basin..... | 91-104 |

КРИОСФЕРА
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЦЕНТР
ИЗУЧЕНИЯ ЛЕДНИКОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ТАДЖИКИСТАНА» № 1 (5), 2022 г.

КЛИМАТОЛОГИЯ

УДК 551.583

А. КАЮМОВ, А. ШОМАХМАДОВ, М. САФАРОВ

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ И СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОСНОВНЫХ
БАССЕЙНАХ РЕК ТАДЖИКИСТАНА ЗА ЗИМНИЙ ПЕРИОД И
НАЧАЛО ВЕСНЫ 2017- 2022 гг.

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников
Национальной академии наук Таджикистана»¹*

Аннотация

Целью исследования является анализ динамики накопления снежного покрова в бассейнах рек Вахш, Зеравшан, Варзоб, Кызилсу и Пяндж за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2022 гг, оценка его состояния и взаимосвязи с основными метеорологическими параметрами (количество осадков, температура воздуха, высота снега на метеоплощадках и по данным снегомерных маршрутов).

Выявлено, что:

- *среднемесячные осадки в течение зимнего периода и начале весны, в среднем по отдельным бассейнам, а также осредненные по всем бассейнам, ниже климатической нормы на 67%;*
- *количество осадков за зимний период, особенно за январь и февраль месяцы, в среднем по всем бассейнам, больше чем за начало весны на 15-20%;*
- *осредненные по всем бассейнам среднемесячные отклонения температуры воздуха от нормы за зимний период составляли 2,0⁰С тепла, а за начало весны (март месяц) – 2,5⁰С тепла, что свидетельствует об относительно теплой погоде за этот период;*
- *осредненные по всем бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках, больше климатической нормы, в среднем на 134%, только за зимний период и начало весны 2018 года, а также в декабре 2019 года эти значения были меньше - (68-87%);*
- *среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках за зимний период выше чем за начало весны, в среднем на 15%;*

¹Адрес для корреспонденции: профессор Каюмов Абдулхамид Каюмович, Шомахмадов Алишо Мардонович, 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, проспект Рудаки 33, Центр изучения ледников Национальной Академии наук Таджикистана. E-mail: abdkaumov@mail.ru & ali.shoh51@gmail.com

- осредненные по бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова по данным маршрутных снегосъемок, были в среднем, выше нормы на 108%, за исключением января-марта 2018 года, февраля 2019 года, февраля и марта 2020 года (42 - 91%);
- исключительно малоснежным является март 2020 года (в среднем 42% от климатической нормы), где особо выделяются бассейны рек Вахи и Пяндж (8% и 32% соответственно), причиной является катастрофическое уменьшение количество осадков за этот период по этим бассейнам;
- за весь исследуемый период 2017-2022 гг., наблюдается тенденция увеличения температуры воздуха на $0,9^{\circ}\text{C}$, уменьшения среднемесячных осадков относительно нормы на 25%, высоты снега на метеоплощадках – на 15%, а высоты снега по данным маршрутной съемки - на целых 57%;

Полученные уравнения и графики корреляционных связей между изученными метеопараметрами дают возможность, при отсутствии параметров по одному из бассейнов рек или среднему по всем бассейнам определить, в среднем, другое значение, при условии, если коэффициенты корреляции больше 0,5-0,6.

Ключевые слова: снежный покров, маршрутная снегосъемка, среднемесячное количество осадков, отклонение температуры воздуха от нормы, тенденция изменения метеорологических параметров, корреляционная связь, коэффициент корреляции.

Введение

В горных условиях Таджикистана снежный покров играет важнейшую роль в формировании водности рек и гидрологическом цикле [13]. Во взаимодействии климатических, гидрологических и гляциологических процессов на земном шаре сезонный снежный покров [9] является важным звеном и одним из наиболее распространенных и динамичных природных объектов. Снежный покров представляет собой как мощный климатообразующий фактор, так и важный гидрологический ресурс, являясь важным источником питания рек в весенне - летный период [9].

Среднее число дней со снежным покровом на территории страны уменьшается с запада на восток: от 245 дней на Гиссарском хребте до 45 дней на Восточном Памире. Зона выше 4000 м считается зоной вечных снегов и ледников [13].

На протяжении зимы в горах Таджикистана [10] происходит накопление снежного покрова. Его запасы значительные для этого времени

года. Основные запасы снега в горах Таджикистана располагаются в зоне 2000-4000 тыс. м над ур. моря.

Система наблюдений за снежным покровом [10, 14] представляет большую ценность для исследований изменений климата, масштабов надвигающегося водного кризиса и огромных проблем в управлении водными ресурсами как на уровне стран региона Центральной Азии, так и в глобальном масштабе.

До настоящего времени в Таджикистане информация о сезонном снежном покрове используется для составления долгосрочных прогнозов речных стоков на текущий вегетационный период (апрель-сентябрь). Для этого в оперативном режиме используется стандартная синоптическая информация (количество осадков, высота снега на метеоплощадках, маршрутная снегосъемка, температура воздуха и другие необходимые метеоданные), поступающая с соответствующих метеостанций страны. Вкратце остановимся на некоторых основных параметрах, характеризующих снежный покров и влияющих на количество снегонакопления в бассейнах рек Таджикистана.

К сожалению, детальный анализ количественной и качественной связи сезонного снежного покрова с основными метеорологическими параметрами (количество осадков, высота снега на метеоплощадках и по данным маршрутной снегосъемки, температура воздуха), не проводился.

Целью данной работы является анализ динамики накопления снежного покрова, оценка его состояния и определение его взаимосвязи с основными метеорологическими параметрами (количество осадков, температура воздуха, высота снега на метеоплощадках и высота снега по данным снегомерных маршрутов).

Территория исследования

В зону исследования входят бассейны пяти рек Таджикистана, зоны формирования стока которых находятся на территории страны.

В табл.1 приводятся высоты расположения метеостанций в этих бассейнах над уровнем моря.

Таблица 1.

**Наименования метеорологических станций и их высота над уровнем моря
(в метрах)**

| Бассейны | Станции | Высота станций над уровнем моря, м |
|-----------------|---------------------|---|
| Кызилсу | Муминабад | 1132 |
| | Ховалинг | 1468 |
| | В среднем: | 1300 |
| Вахш | Дарбанд | 1258 |
| | Рашт | 1316 |
| | Ляхш | 1998 |
| | Бустонабад | 1964 |
| | Тавильдара | 1616 |
| | В среднем: | 1630 |
| Варзоб | Нюшёри | 1361 |
| | Анзоб | 3373 |
| | Майхура | 1922 |
| | В среднем: | 2219 |
| Зеравшан | Искандаркуль | 2204 |
| | Мадрушкат | 2254 |
| | Дехавз | 2564 |
| | Шахристон | 3143 |
| | В среднем: | 2541 |
| Пяндж | Дарвоз | 1288 |
| | Хумроги | 1610 |
| | Рушан | 1981 |
| | Хорог | 2077 |
| | Навобод | 2566 |
| | Джавшангоз | 3436 |
| | В среднем | 2160 |

Выбранные бассейны рек располагаются в разных климатических условиях.

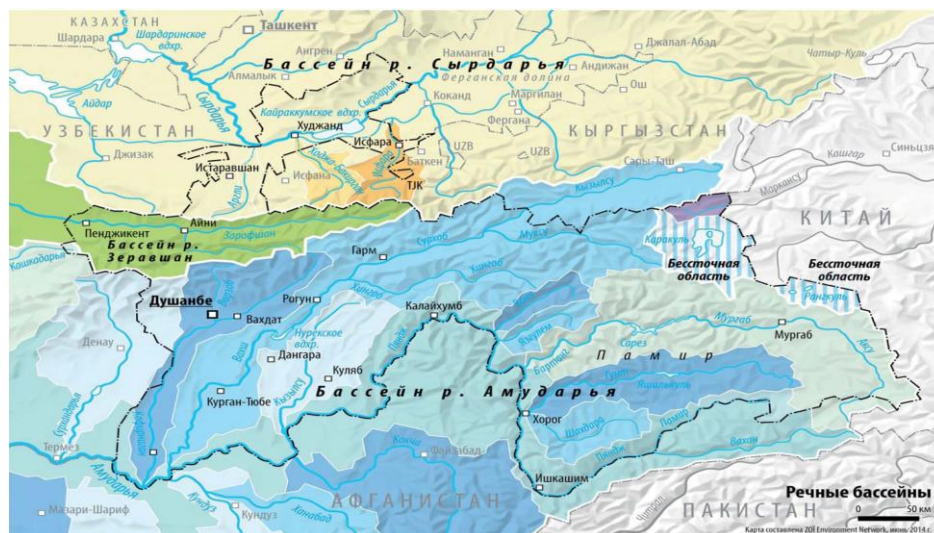


Рис. 1. Карта бассейнов основных рек Таджикистана [16]

Бассейны рек Вахш, Зеравшан, Варзоб и Пяндж расположены на территории с устойчивым снежным покровом и редкими оттепелями в течении зимнего сезона, а бассейн реки Кизилсу - в условиях с частыми оттепелями и крайне неустойчивым снежным покровом (Рис. 1).

Использованные материалы

Для детального анализа динамики состояния снежного покрова бассейнов рек Таджикистана, в настоящей работе, были использованы следующие материалы и данные по 20 станциям, находящимся в различных физико-географических условиях, в бассейнах рек Вахш, Пяндж, Зеравшан, Варзоб и Кизилсу и имеющих непрерывный ряд наблюдений за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2022 гг.:

- количество осадков, максимальная и минимальная температура воздуха, и высота снега на метеоплощадках метеостанций[2];
- отчеты маршрутных снегосъемок в бассейнах рек страны [12].

Были также использованы отчеты, декадных гидрологических бюллетеней и месячные обзоры, сложившихся в Республике Таджикистан, гидрометеоро-логических условий за период 2017-2022 годов [4, 8], годовые обзоры стихийных гидрометеорологических явления за период 2009, 2014-2017гг. [3], информация, опубликованная в отдельных средствах массовой

информации, а также информация, приведенная в других источниках, посвященных изучению динамики снежного покрова в условиях изменения климата [1, 7, 10, 11,15].

Методика анализа данных

В основу методики анализа данных в данной работе был положен статистический анализ и сопоставление фактических метеорологических параметров, с использованием Excel программы, заключающийся в сопоставлении фактических метеорологических параметров со средне многолетними нормами, определение их взаимосвязи по различным бассейнам рек. Анализ данных проводился в месячном разрешении.

Количество осадков выражается в миллиметрах, высота снежного покрова – в сантиметрах (метрах), сопоставление параметров с нормой – в процентах (%), температура воздуха - в градусах Цельсия (°C).

При рассмотрении характеристик снежного покрова, в работе, наибольший интерес представляли максимальные снегозапасы.

Краткая характеристика количества осадков за зимний и весенний периоды 2017-2022 гг.

Определенные по ежедневным (за исключением выходных и праздничных дней) гидрометеорологическим бюллетеням Агентства по гидрометеорологии [4], средние значения количества дней с выпавшими осадками показали, что в течение 720 дней зимнего периода (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2022 гг., осадки выпадали 306 дней: из них 108 дней в виде дождя и 198 дней в виде снега и мокрого снега. Большую долю осадков составляет снег и мокрый снег (57-72%), а меньшую – дожди (28-43%), в среднем 35% и 65%, соответственно (Табл. 2).

Таблица 2

Среднее количество дней с осадками и их процентное соотношение (через дробь) за зимний период и начало весны 2017-2022 гг.

| Годы Осадки | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | В среднем за период (дней) |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| Дожди | 19/39% | 20/33% | 16/33% | 13/28% | 21/43% | 19/36% | 108/35% |
| Снег | 30/61% | 40/67% | 32/67% | 34/72% | 28/57% | 34/64% | 198/65% |
| Итого: | 49 | 60 | 48 | 47 | 49 | 53 | 306 |

Таблица 3

Количество среднемесячных осадков за период 2017-2022гг. по бассейнам рек (в % к норме)

| Годы и месяцы Бассейны | | Вахш | Зеравшан | Варзоб | Кызылсу | Пяндж | В среднем, % |
|---------------------------------------|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 2016 | XII | 118 | 109 | 55 | 63 | 179 | 105 |
| 2017 | I | 148 | 116 | 138 | 133 | 168 | 141 |
| | II | 78 | 104 | 62 | 36 | 88 | 74 |
| | III | 63 | 38 | 38 | 43 | 46 | 46 |
| 2017 | XII | 21 | 24 | 33 | 31 | 62 | 34 |
| 2018 | I | 36 | 21 | 36 | 27 | 27 | 29 |
| | II | 147 | 196 | 135 | 104 | 130 | 142 |
| | III | 96 | 95 | 76 | 64 | 64 | 79 |
| 2018 | XII | 34 | 21 | 37 | 55 | 37 | 37 |
| 2019 | I | 127 | 184 | 93 | 102 | 126 | 126 |
| | II | 127 | 115 | 127 | 79 | 91 | 108 |
| | III | 25 | 35 | 21 | 12 | 24 | 23 |
| 2019 | XII | 15 | 13 | 34 | 9 | 9 | 16 |
| 2020 | I | 52 | 54 | 70 | 39 | 25 | 48 |
| | II | 108 | 124 | 122 | 73 | 63 | 98 |
| | III | 7 | 25 | 13 | 19 | 2 | 13 |
| 2020 | XII | 65 | 13 | 19 | 44 | 117 | 52 |
| 2021 | I | 31 | 12 | 7 | 21 | 21 | 18 |
| | II | 47 | 46 | 83 | 59 | 62 | 59 |
| | III | 88 | 101 | 52 | 51 | 113 | 81 |
| 2021 | XII | 50 | 28 | 40 | 67 | 54 | 48 |
| 2022 | I | 120 | 69 | 114 | 100 | 106 | 102 |
| | II | 40 | 35 | 43 | 81 | 41 | 48 |
| | III | 110 | 67 | 74 | 62 | 131 | 89 |
| В среднем: | | 73,0±44,1 | 68,5±53,2 | 63,4±40,0 | 57,3±31,8 | 74,4±49,9 | 67,4±39,5 |

40 – среднемесячные осадки ниже климатической нормы

В табл. 3 приведены среднемесячные значения количества осадков на метеоплощадках (далее, среднемесячные осадки) по отдельным бассейнам рек и в среднем по всем бассейнам, за зимний период и начало весны 2017-2022 гг., в процентах к норме.

Видно, что среднемесячные осадки в течение зимнего периода и начала весны 2017-2022 гг., в среднем по отдельным, а также по всем бассейнам, ниже климатической нормы и изменяются от 57 % до 74%, составляя, в среднем, 67%.

В марте 2020 года наблюдалось катастрофически сильное уменьшение среднемесячных осадков от климатической нормы в бассейнах рек Вахш и Пяндж (2-7%), что может быть связано с непрерывным воздействием юг и юго-западной волны тепла, которая привела к умеренно теплой погоде и дефициту осадков.

Только в течение декабря 2016, января 2017, февраля 2018, января и февраля 2019, февраля 2020 и января 2022 годов среднемесячные осадки, почти по всем бассейнам были больше (102-142%) или около нормы (98%). За эти периоды исключением являлись бассейны рек Варзоб (декабрь 2016 год), Зеравшан (январь 2022 г.) и Кызылсу (декабрь 2016 г., февраль 2019 и февраль 2020 г.) и Пяндж (февраль 2019 г. и февраль 2020 г.), где они составляли 55-93% (Табл. 3).

В табл. 4 приведены среднемесячные осадки, осредненные за зимний период и начало весны, в процентах к норме. Эти значения, также подтверждают то, что среднемесячные осадки в течение зимнего периода и начало весны 2017-2022 гг., в среднем по всем, а также отдельным бассейнам, ниже климатической нормы. Однако видно, что значения количество осадков за зимний период (62-78%), особенно за январь и февраль месяцы (70-103 %), в среднем по всем бассейнам, больше чем за начало весны (42-65%).

Таблица 4

Среднемесячные осадки в бассейнах рек за зимний и весенний периоды 2017-2022гг., в % к норме

| Бассейны Месяцы | Вахш | Зеравшан | Варзоб | Кызилсу | Пяндж | В среднем: |
|-----------------------------|------|----------|--------|---------|-------|---------------|
| Декабрь | 51 | 35 | 36 | 45 | 76 | 49 |
| Январь | 86 | 76 | 76 | 70 | 79 | 77 |
| Февраль | 91 | 103 | 95 | 72 | 79 | 88 |
| Среднее за зимний период | 76 | 72 | 69 | 62 | 78 | 71 |
| Март | 65 | 60 | 46 | 42 | 63 | 55 |
| В среднем: | 73 | 69 | 63 | 57 | 74 | 67 |

На рис.1. приведен график изменения среднемесячных осадков в процентах к климатической норме за зимний период и начало весны (март) 2017-2022 гг., из которого видно, что изменения по бассейнам рек, происходят синхронно.

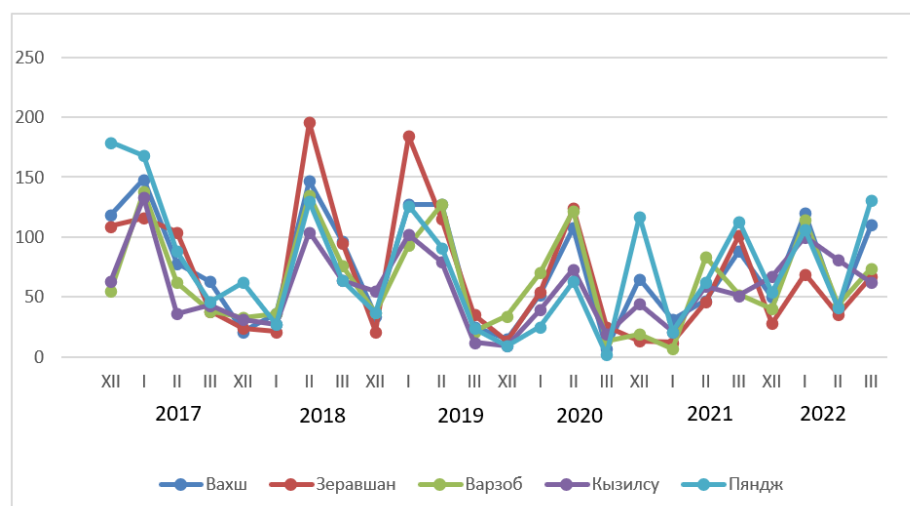


Рис. 2. Изменение среднемесячных осадков по отдельным бассейнам рек в процентах к климатической норме, за зимний период и начало весны 2017-2022 гг.

В целом за весь период 2017-2022 гг., наблюдается тенденция уменьшения количества осадков относительно нормы на 25%, о чем свидетельствует Рис. 2, на котором приведены, осредненные по всем бассейнам за зимний период и начало весны (март), среднемесячные осадки, в процентах к климатической норме.

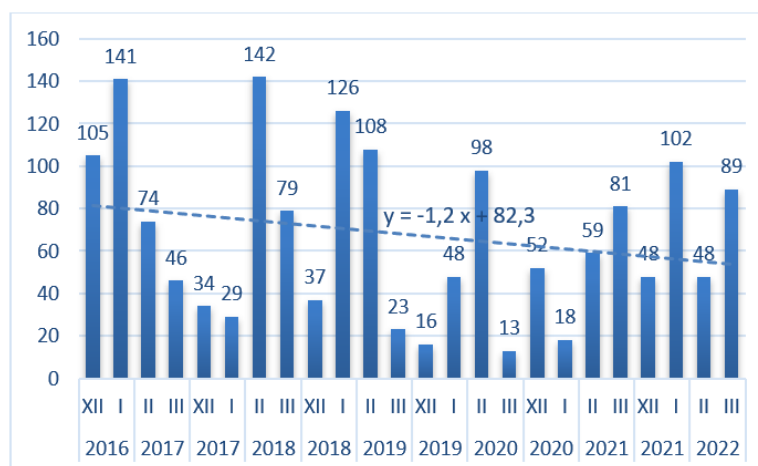


Рис. 3. Осредненные по всем бассейнам рек среднемесячные осадки, в процентах к климатической норме за зимний период и начало весны 2017-2022 гг.

Из рассмотрения Рис.2 и Рис. 3 видно, что тенденция изменения среднемесячных осадков, в среднем, почти одинакова по всем бассейнам рек, о чем свидетельствуют значительно высокие значения коэффициентов корреляций как по отдельным бассейнам рек, так и осредненным по всем бассейнам (Табл.5).

Таблица 5

Корреляционная матрица среднемесячных осадков по бассейнам рек за зимний период и начало весны 2017-2022 гг.

| Бассейны | Зеравшан | Варзоб | Кызылсу | Пяндж | Среднее по бассейнам |
|----------|----------|--------|---------|-------|----------------------|
| Вахш | 0,86 | 0,89 | 0,83 | 0,85 | 0,98 |
| Зеравшан | | 0,79 | 0,69 | 0,67 | 0,91 |
| Варзоб | | | 0,83 | 0,57 | 0,88 |
| Кызылсу | | | | 0,71 | 0,88 |
| Пяндж | | | | | 0,85 |

Краткий обзор данных по температуре воздуха по бассейнам рек за период 2017-2022 гг.

Результаты анализа показали, что осредненные по отдельным бассейнам среднемесячных отклонения температуры воздуха за зимний период (декабрь, январь и февраль) и начало весны (март месяц) 2017 – 2022 гг., оказались больше нормы и менялись от +1,5 до +3,2°C, а осредненные по всем бассейнам - от - 0,1 до + 6,1°C и в среднем составляли + 2,1°C (Табл. 6).

Самыми теплыми были декабрь 2016 г., весь 2018г., декабрь 2019 г., февраль и март 2020 г., февраль 2021 г. и весь 2022 год, когда отклонения были больше климатической нормы и менялись от + 2,0 до + 6,1°C, а относительно теплыми – январь-март и декабрь 2017 и 2019 годов, март и декабрь 2021 года, где отклонения от климатической нормы изменялись от 0°C до + 1,6°C (Табл.6).

Таблица 6

Значения среднемесячных отклонений температуры воздуха от климатической нормы по бассейнам рек Таджикистана, за период 2017-2022гг., в °C

-2,0 – отклонения температуры воздуха от климатической нормы со знаком минус

| Годы | Месяцы | Вахш | Заравшан | Варзоб | Кызилсу | Пяндж | Среднее по бассейнам |
|-------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| 2016 | ХII | 2,0 | 3,1 | 2,8 | 2,4 | 3,7 | 2,8 |
| 2017 | I | 1,1 | 0 | 1,7 | 3,9 | 0,2 | 1,4 |
| | II | 0,3 | 0,1 | 0 | -1,3 | 0,2 | -0,1 |
| | III | 0,1 | 0,2 | -0,5 | 1,9 | -0,1 | 0,3 |
| 2017 | ХII | 1,1 | 0,2 | 0,2 | 0,9 | 2,1 | 0,9 |
| 2018 | I | 4,8 | 2,8 | 3,4 | 2,3 | 3,1 | 3,3 |
| | II | 4,7 | 3,2 | 3,3 | 5,0 | 3,5 | 3,9 |
| | III | 4,9 | 4,0 | 4,2 | 6,3 | 4,8 | 4,8 |
| 2018 | ХII | 2,2 | 1,0 | 1,0 | 2,2 | 1,9 | 1,7 |
| 2019 | I | 1,3 | 0 | 1,8 | 3,0 | -1,1 | 1,0 |
| | II | 1,2 | 0,9 | 1,3 | 1,8 | -0,1 | 1,0 |
| | III | 1,2 | 1,7 | 0,7 | 3,8 | 0,8 | 1,6 |
| 2019 | ХII | 2,0 | 2,5 | 1,6 | 4,6 | 0,4 | 2,2 |
| 2020 | I | -1,0 | -1,6 | -1,7 | 0,6 | 0,1 | -0,7 |
| | II | 4,0 | 3,8 | 3,6 | 4,8 | 4,2 | 4,1 |
| | III | 3,7 | 3,7 | 2,5 | 4,5 | 4,2 | 3,7 |
| 2020 | ХII | -2,0 | -0,4 | -0,8 | 1,0 | -2,1 | -0,9 |
| 2021 | I | 1,2 | 2,2 | 2,3 | 3,9 | 1,9 | 2,3 |
| | II | 6,7 | 5,1 | 6,9 | 7,7 | 4,1 | 6,1 |
| | III | 2,2 | 1,1 | 1,4 | 2,0 | 1,5 | 1,6 |
| 2021 | ХII | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 1,6 | 0,7 | 1,3 |
| 2022 | I | 1,6 | 1,4 | 2,2 | 4,9 | 0,3 | 2,1 |
| | II | 2,5 | 1,6 | 2,2 | 3,2 | 0,3 | 2,0 |
| | III | 3,0 | 3,2 | 2,9 | 5,1 | 2,5 | 3,3 |
| В среднем: | | 2,1±1,97 | 1,7±1,66 | 1,8±1,82 | 3,2±2,03 | 1,5±1,87 | 2,1±1,73 |

За весь период 2017-2022 гг. самым теплым оказался бассейн реки Кызилсу, где осредненные за весь период отклонения среднемесячных значений температуры воздуха составляли + 3.2°C, а сами значения менялись от – 1,3 до +5,1°C, далее следуют бассейны рек Вахш, Варзоб, Зеравшан и

Пяндж, где осредненные за весь период отклонения составляли 1,5-2,1°C тепла, а сами значения менялись от -2,1°C до +7,7°C.

Самыми холодными оказались февраль 2017 года (- 0,1°C), а также январь и декабрь 2020 г. (от -0,7 до -0,9°C) за исключением рек Кызилсу и Пяндж, но и они не были особенно теплыми (0,1-0,6°C). В бассейне реки Пяндж среднемесячные значения температуры воздуха в декабре 2020 г. были меньше климатической нормы и составляли -2,1°C. За весь другой период средние значения отклонений в этом бассейне изменялись от - 0,1°C до + 4,9°C (Табл.6).

Таблица 7

Осредненные за зимний период и начало весны среднемесячные отклонения температуры воздуха от климатической нормы по бассейнам рек, за период 2017-2022 гг., в °C

| Бассейны Месяцы | Вахш | Зеравшан | Варзоб | Кызилсу | Пяндж | В среднем |
|----------------------------------|-------------|-----------------|---------------|----------------|--------------|------------------|
| Декабрь | 1,1 | 1,3 | 1,0 | 2,0 | 1,1 | 1,3 |
| Январь | 1,5 | 0,8 | 1,6 | 3,1 | 0,8 | 1,6 |
| Февраль | 3,2 | 2,5 | 2,8 | 3,5 | 2,0 | 2,8 |
| Среднее за зиму | 1,9 | 1,5 | 1,8 | 2,9 | 1,3 | 1,9 |
| Март | 2,0 | 2,3 | 1,9 | 3,9 | 2,3 | 2,5 |
| Среднее за весь период | 2,0 | 1,7 | 1,8 | 3,1 | 1,6 | 2,1 |

В табл. 7 приводятся осредненные за зимний период и начало весны 2017-2022 гг. отклонения среднемесячных значений температуры воздуха от климатической нормы (в °C), по исследуемым бассейнам рек, откуда можно заключить, что зимний период и начало весны 2017-2022 гг. были в основном теплыми. Осредненные среднемесячные значения отклонений температуры воздуха от нормы за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) 2017-2022 гг., в среднем, по всем бассейнам составляют 1,3-2,8°C (в среднем 2,0°C) тепла, а за начало весны (март месяц) – 2,5°C тепла. Наиболее теплым оказался февраль (в среднем 2,8°C, а изменение по отдельным бассейнам 2-3,5°C тепла), а наименее теплым - декабрь и январь месяцы (1-2°C по

отдельным бассейнам рек и $1,3^{\circ}\text{C}$, в среднем по всем бассейнам). По бассейнам рек Зеравшан и Пяндж эти значения составляют соответственно $0,8$ и $1,1^{\circ}\text{C}$ тепла.

Среднемесячные отклонения температуры воздуха по отдельным бассейнам рек в начале весны составляли $1,9-3,9^{\circ}\text{C}$ (в среднем $2,5^{\circ}\text{C}$) и свидетельствуют об относительно теплой погоде за этот период.

На Рис. 5 приведены временные изменения среднемесячных отклонений температуры воздуха от нормы по отдельным бассейнам рек за период 2017-2022 гг. Видно, что ход изменений по всем бассейнам является синхронно, о чем свидетельствуют значительные значения коэффициентов корреляции этих значений между бассейнами (Табл. 8) и ход изменения этих значений в среднем по бассейнам рек (Рис.6).

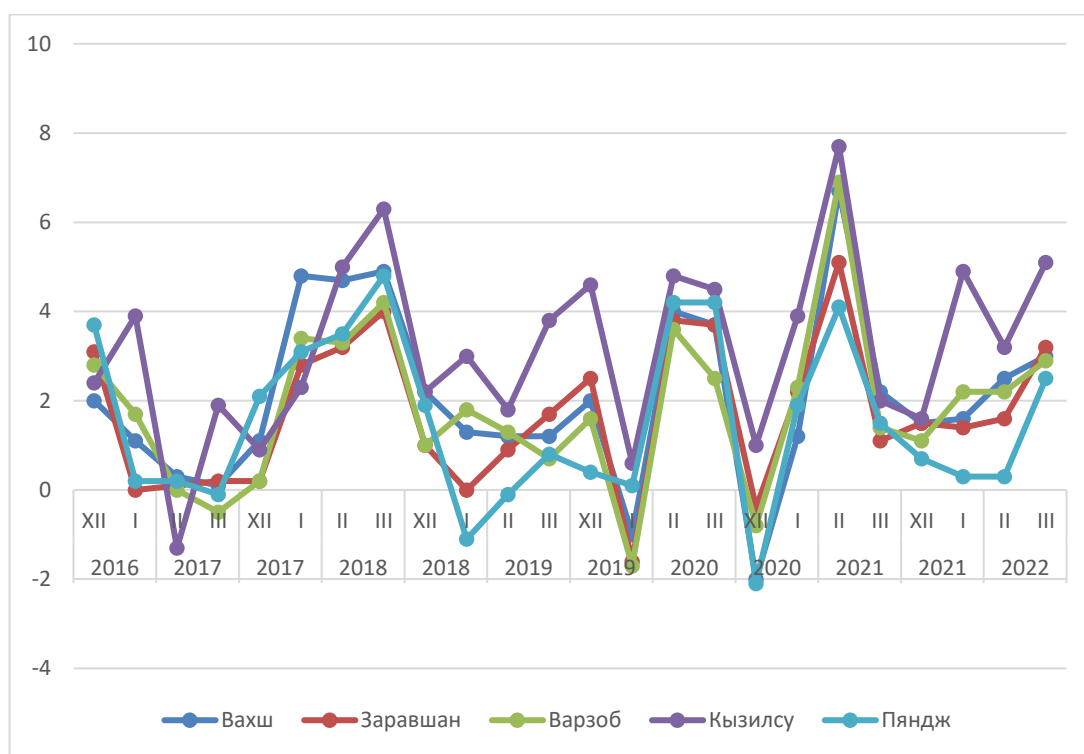


Рис. 5. Изменение среднемесячных отклонений температуры воздуха от климатической нормы по бассейнам рек, за период 2017-2022 гг., в $^{\circ}\text{C}$

Таблица 8

Корреляционная матрица среднемесячных отклонений температуры воздуха от климатической нормы по бассейнам рек, за период 2017-2022 гг.

| Реки | Зеравшан | Варзоб | Кызылсу | Пяндж | Среднее по бассейнам |
|-----------------|----------|--------|---------|-------|----------------------|
| Вахш | 0,89 | 0,75 | 0,74 | 0,83 | 0,94 |
| Зеравшан | | 0,79 | 0,78 | 0,84 | 0,96 |
| Варзоб | | | 0,76 | 0,52 | 0,86 |
| Кызылсу | | | | 0,56 | 0,86 |
| Пяндж | | | | | 0,83 |

Из Рис. 7 видно, что ход изменения осредненных по бассейнам рек среднемесячных отклонений температуры воздуха от климатической нормы за период 2017-2022 гг. имеет положительный тренд и показывает плавное повышение температуры воздуха, за весь период до 0,9°C относительно нормы.

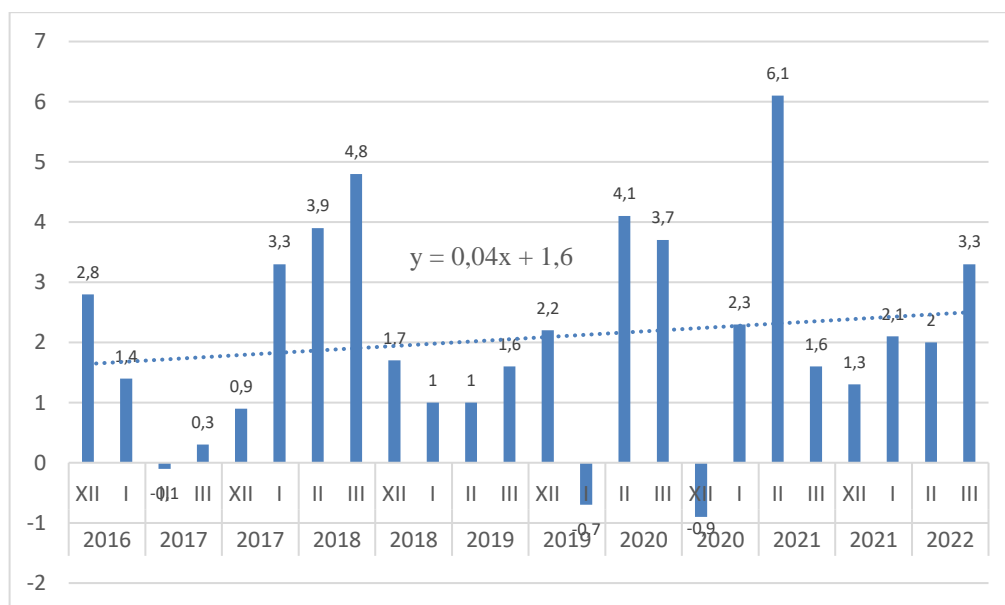


Рис.6. Осредненные по бассейнам рек среднемесячные отклонения температуры воздуха от климатической нормы за период 2017-2022 гг., в °C

**Анализ среднемесячных высот снежного покрова на
Метеоплощадках станций, расположенных в бассейнах рек
Таджикистана за зимний период и начало весны 2017 - 2022 гг.**

Анализ среднемесячных значений высот снежного покрова (далее среднемесячные высоты снежного покрова) на метеоплощадках 20 метеостанций, расположенных в бассейнах исследуемых рек за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц), показал, что их значения, осредненные по всем бассейнам рек оказались больше климатической нормы (134%) и менялись от 100 до 227 % (Табл. 9). Только за весь зимний период и начало весны 2018 года, а также в декабре 2019 года эти значения были меньше климатической нормы (68-87%).

Наибольшие значения наблюдались с декабря 2016 до декабря 2017 года, в феврале и марте 2019 года, январе и феврале 2020 года, декабре 2020 года, марте и декабре 2021 года (144-227%), а относительно меньшие превышения (100-135%) относительно нормы - за весь остальной период.

Если рассматривать полученные данные по отдельным бассейнам рек, то выделяется бассейн реки Кызилсу, где осредненные среднемесячные значения высоты снежного покрова, в среднем за весь период, составляют 86,4%. По другим бассейнам эти значения превышают климатические нормы и составляют 103-243%.

Только в бассейне реки Зеравшан (средняя высота расположения метеостанций 2541 м н.у.м.) зафиксирован значительный положительный баланс запаса снежных ресурсов (в среднем, 243%) и среднемесячные высоты снежного покрова изменялись в пределах 113-535 % от климатической нормы за весь период, за исключением февраля 2018, января и декабря 2019 года (63-99%).

Таблица 9

Среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках по бассейнам основных рек за зимний (декабрь, январь и февраль) и весенний (март) периоды 2017-2022 гг. (в % к норме)

| Годы | Месяцы | Вахш | Зеравшан | Варзоб | Кызылсу | Пяндж | В среднем, % |
|-------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 2016 | ХП | 172 | 316 | 129 | 120 | 177 | 183 |
| 2017 | I | 134 | 371 | 77 | 84 | 156 | 164 |
| | II | 169 | 535 | 135 | 124 | 173 | 227 |
| | III | 168 | 155 | 108 | 17 | 172 | 124 |
| 2017 | ХП | 46 | 200 | 91 | 271 | 155 | 153 |
| 2018 | I | 52 | 132 | 60 | 104 | 37 | 77 |
| | II | 27 | 99 | 42 | 48 | 82 | 87 |
| | III | 27 | 229 | 45 | 0 | 41 | 68 |
| 2018 | ХП | 41 | 139 | 124 | 127 | 108 | 108 |
| 2019 | I | 135 | 83 | 115 | 70 | 213 | 123 |
| | II | 137 | 366 | 111 | 71 | 141 | 146 |
| | III | 172 | 316 | 118 | 17 | 152 | 155 |
| 2019 | ХП | 65 | 63 | 106 | 0 | 83 | 79 |
| 2020 | I | 162 | 257 | 158 | 99 | 87 | 153 |
| | II | 108 | 418 | 121 | 58 | 47 | 150 |
| | III | 58 | 162 | 99 | 140 | 63 | 104 |
| 2020 | ХП | 177 | 271 | 121 | 163 | 239 | 194 |
| 2021 | I | 73 | 188 | 69 | 68 | 101 | 100 |
| | II | 41 | 300 | 77 | 116 | 75 | 122 |
| | III | 16 | 346 | 108 | 159 | 96 | 145 |
| 2021 | ХП | 158 | 113 | 149 | 134 | 184 | 148 |
| 2022 | I | 160 | 206 | 111 | 30 | 170 | 135 |
| | II | 123 | 207 | 105 | 53 | 163 | 130 |
| | III | 71 | 366 | 85 | 0 | 147 | 134 |
| | В среднем: | 103,8±57,1 | 243,3±119,6 | 102,7±29,8 | 86,4±63,4 | 127,6±56,0 | 133,7±38,1 |

46 – среднемесячные высоты снежного покрова ниже климатической нормы

То же самое можно сказать о бассейне реки Пяндж, где средняя высота установленных здесь метеостанций составляет 2160 м н.у.м., а среднемесячные значения превышают климатическую норму, в среднем, на 128%, а за весь период на 101-239%., за исключением января-марта 2018 года, декабря 2019 года и далее января-марта 2020 года, февраля и марта 2021 года, когда эти значения были меньше нормы и составляли 37-96%.

Почти по всем бассейнам рек, за исключением бассейна реки Зеравшан наблюдается довольно пестрая картина, и превышение нормы довольно часто меняется занижением, о чем свидетельствуют значения среднеквадратических отклонений (Табл.9).

В среднем за зимний период 2017-2022 гг. осредненные по всем бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках, составляли в среднем 137 %, меняясь от 125% до 143%, а по отдельным бассейнам от 97% до 237%. Относительно меньшие значения (76-99%), наблюдались по бассейнам рек Варзоб и Кызилсу (Табл.10).

Таблица 10

**Среднемесячная высота снежного покрова на метеоплощадках
в бассейнах рек за зимний и весенний периоды
2017-2022гг. (в % к норме)**

| Бассейны рек Месяцы | Вахш | Зеравшан | Варзоб | Кызилсу | Пяндж | В среднем: |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|---------------|----------------|--------------|-----------------------|
| Декабрь | 110 | 184 | 120 | 136 | 158 | 142 |
| Январь | 119 | 206 | 98 | 76 | 127 | 125 |
| Февраль | 101 | 321 | 99 | 78 | 114 | 143 |
| В среднем за зимний период | 110 | 237 | 106 | 97 | 133 | 137 |
| Март | 85 | 262 | 94 | 56 | 112 | 122 |
| В среднем: | 104 | 243 | 103 | 87 | 127 | 133 |

Положительный баланс запаса снега, также наблюдался в начале весны (март месяц) 2017-2022 гг., когда осредненные по бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках, составляли 56-262% (Табл.1) и в среднем - 122% (Табл.10).

Сравнение среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках показало, что эти значения за зимний период значительно выше таких же значений за начало весны, в среднем на 15%, а по отдельным бассейнам – на 12%, за исключением бассейна реки Зеравшан, где среднемесячные высоты снежного покрова за зимний период на 25% ниже таких же значений за начало весны (Табл.10).

На Рис. 7 приведен график изменения среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках, в процентах к норме, для выбранных бассейнов

рек. Из рисунка видно, что ход изменения этих значений не синхронный, о чем свидетельствуют и незначительные значения коэффициентов корреляции между этими значениями по отдельным бассейнам (Табл. 11).

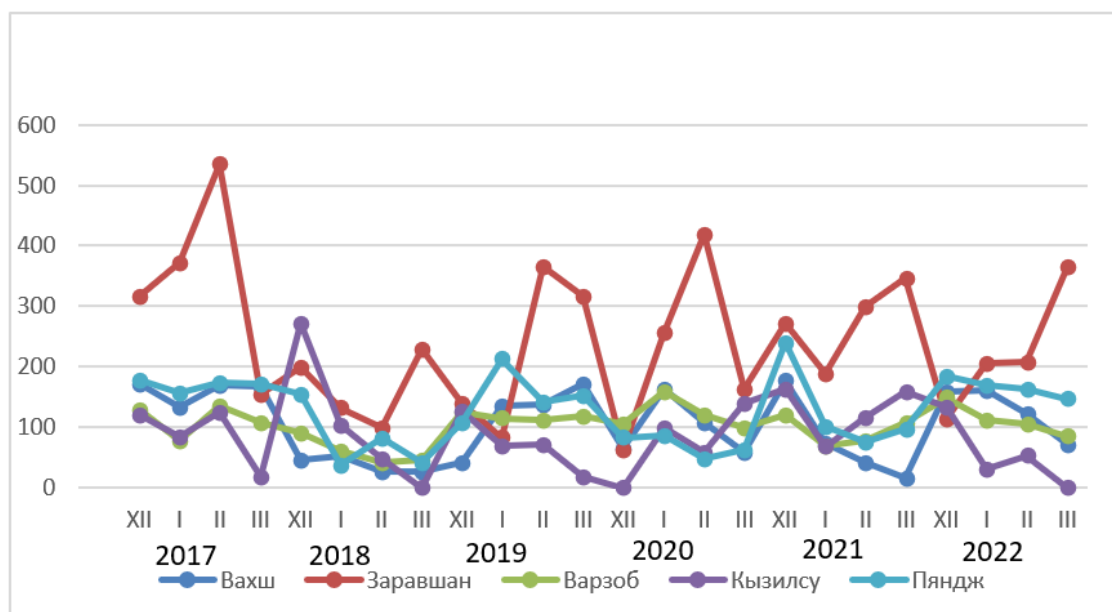


Рис. 8. График изменения среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках для выбранных бассейнов рек за период 2017-2022 гг., в процентах к норме

Исключением являются коэффициенты корреляции между этими значениями по бассейнам рек Вахш - Варзоб и Вахш – Пяндж (0,67 и 0,71 соответственно). Более высокие значения коэффициентов корреляции получаются при определении связи среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках отдельных бассейнов с осредненными по всем бассейнам значениями, которые меняются в пределах 0,41-0,71 (Табл. 11).

Таблица 11

**Корреляционная матрица среднемесячных значений
снежного покрова по бассейнам (2017 - 2022 гг.)**

| Реки | Зеравшан | Варзоб | Кызылсу | Пяндж | Среднее по бассейнам |
|----------|----------|--------|---------|-------|----------------------|
| Вахш | 0,27 | 0,67 | -0,11 | 0,71 | 0,68 |
| Зеравшан | | 0,21 | 0,07 | 0,09 | 0,71 |
| Варзоб | | | 0,23 | 0,46 | 0,64 |
| Кызылсу | | | | 0,21 | 0,41 |
| Пяндж | | | | | 0,65 |

Изменение осредненных по бассейнам рек среднемесячных значений высоты снежного покрова на метеоплощадках в процентах к норме, показало, что эти значения за весь период 2017-2022 гг. имеют тенденцию к уменьшению, за весь период на 15% (Рис. 8).

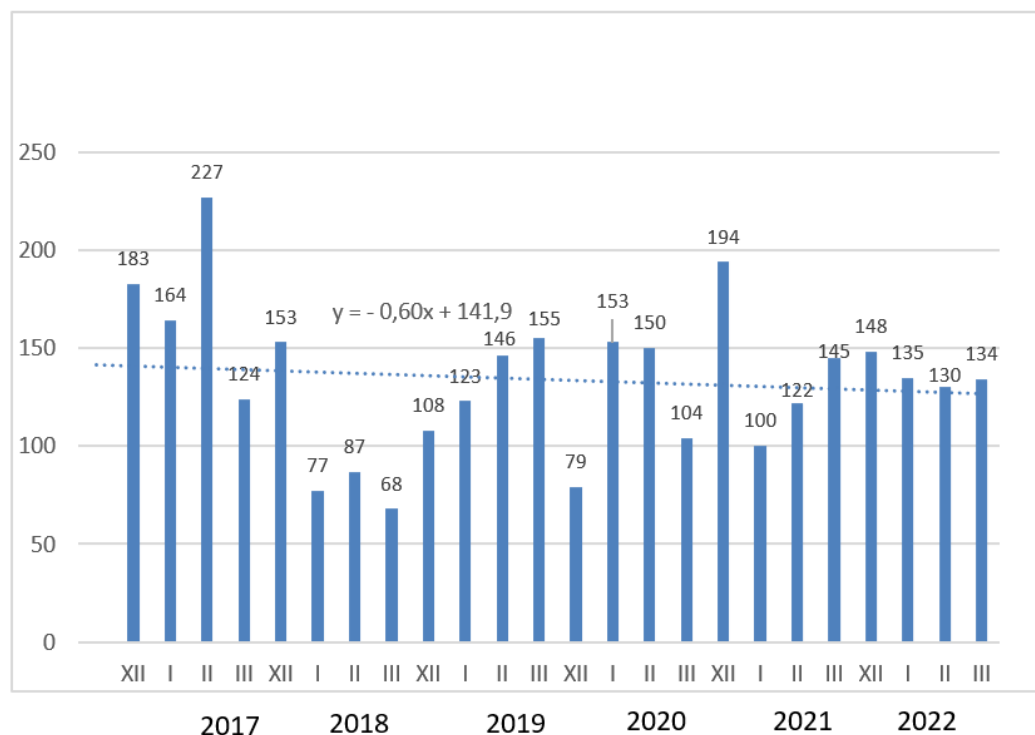


Рис. 8. График изменения осредненных по всем бассейнам рек среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках за период 2017-2022 гг., в процентах к норме

Анализ данных высоты снежного покрова, полученных по результатам маршрутных снегосъемок за период 2017-2020 гг.

Результаты снегосъемок, проведенных в бассейнах рек Вахш, Зеравшан, Варзоб и Пяндж за период 2017-2020 гг. приведены в Табл. 12. Данные свидетельствуют о том, что среднемесячные высоты снежного покрова в бассейнах рек за период 2017-2020 гг., в среднем, были выше многолетней климатической нормы (108%), за исключением января-марта 2018 года, февраля 2019 года, февраля и марта 2020 года, когда их осредненные значения по всем бассейнам составляли 42 - 91%.

Если рассматривать данные по бассейнам рек, то в целом, снегонакопление было выше многолетней нормы и составляло 97-123% климатической нормы (Табл. 12 и Табл.13). Особо выделяется бассейн реки Вахш, где среднемесячные значения высоты снежного покрова в течение зимнего периода, начале весны 2017 и 2018 годов, январе и марте 2019 годов, а также январе и феврале 2020 года составляют (104-284%). Относительно малоснежным выделяется бассейн реки Зеравшан, где снегонакопление за весь период 2017-2020 гг. составляет, в среднем, 97%.

Исключительно малоснежным, по всем бассейнам, оказался март 2020 года (в среднем 42% от климатической нормы), а особо выделялись, бассейны рек Вахш и Пяндж (8% и 32% соответственно, Табл. 12).

Таблица 12

Итоговая таблица среднемесячных значений высоты снежного покрова по данным маршрутных снегоъемок за период 2017-2020 гг. по бассейнам рек, в % к норме

| Годы | Месяцы | Вахш | Зеравшан | Варзоб | Пяндж | В среднем |
|------|------------------|--------|----------|--------|--------|-----------|
| 2017 | I | 156 | 131 | 131 | 130 | 137 |
| | II | 142 | 85 | 125 | 167 | 130 |
| | III | 282 | 132 | 139 | 208 | 190 |
| 2018 | I | 51 | 73 | 49 | 67 | 60 |
| | II | 31 | 87 | 60 | 79 | 64 |
| | III | 62 | 135 | 67 | 99 | 91 |
| 2019 | I | 104 | 82 | 106 | 124 | 104 |
| | II | 92 | 70 | 90 | 94 | 87 |
| | III | 284 | 188 | 155 | 157 | 196 |
| 2020 | I | 137 | 62 | 119 | 89 | 102 |
| | II | 121 | 53 | 102 | 70 | 87 |
| | III | 8 | 71 | 58 | 32 | 42 |
| | В среднем | 123±88 | 97±40 | 100±66 | 110±50 | 108±48 |

Осредненные за зимний период и по всем бассейнам среднемесячные высоты снежного покрова, в среднем ниже нормы (97%). Выделяются январь (бассейны рек Вахш, Варзоб и Пяндж) и февраль (бассейн реки Пяндж), где превышение относительно нормы составляет 101-103%.

Таблица 13

**Итоговая таблица среднемесячных высот снежного покрова по данным
маршрутных снегосъемок за период 2017 - 2022 гг., в % к норме**

| Реки-Месяцы | Вахш | Зеравшан | Варзоб | Пяндж | В среднем по бассейнам |
|----------------------------|------|----------|--------|-------|------------------------|
| Январь | 112 | 87 | 101 | 103 | 101 |
| Февраль | 97 | 74 | 94 | 103 | 92 |
| В среднем за зимний период | 105 | 81 | 98 | 103 | 97 |
| Март | 159 | 132 | 105 | 124 | 130 |
| В среднем | 123 | 98 | 100 | 110 | 108 |

В начале весны превышение относительно нормы, наблюдается по всем бассейнам и составляет 105-159% (в среднем 130 %, Табл. 13) и в среднем на 33% больше, чем за зимний период.

Таблица 14

**Количество дней с осадками за зимний период и начало весны 2017 - 2020
гг.**

| Годы \ Месяцы | Январь | Февраль | Март |
|---------------|--------|---------|------|
| Норма | 7-15 | 5-12 | 7-15 |
| 2016-2017 | 6-9 | 2-5 | 4-8 |
| 2017-2018 | 4-9 | 2-9 | 7-13 |
| 2018-2019 | 4-10 | 4-11 | 3-6 |
| 2019-2020 | 5-8 | 3-9 | 3-8 |
| В среднем | 5-9 | 3-8 | 5-10 |

По всей видимости причиной является то, что дни с осадками за период 2017-2020 гг., в зимний период (январе и особенно в феврале), в среднем, меньше (Табл.14), чем в начале весны (марте).

На Рис. 9 приведены графики изменения среднемесячных высот снежного покрова по данным маршрутной снегосъемки за зимний период (январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2020 гг.) для бассейнов рек Вахш, Зеравшан, Варзоб и Пяндж, в процентах к климатической норме. Как видно, изменения по всем бассейнам рек, происходят синхронно.

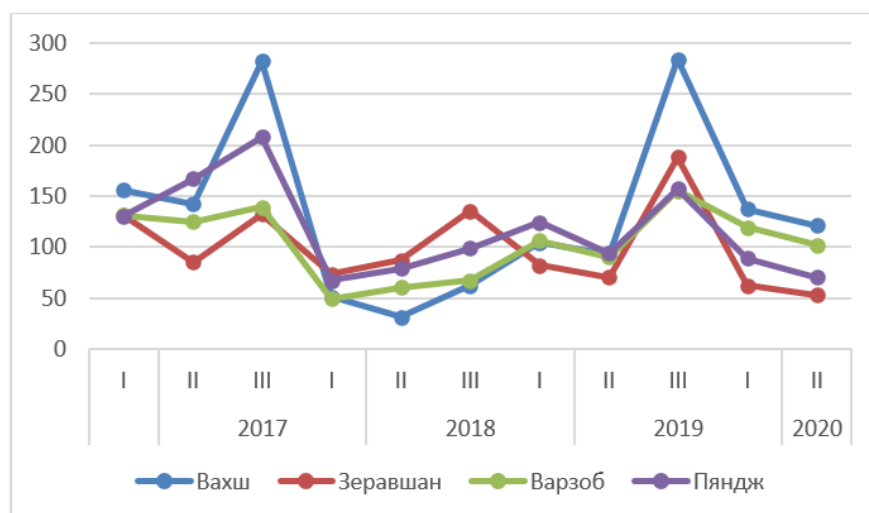


Рис. 9. Изменение среднемесячных высот снежного покрова по данным маршрутных снегосъемок за период 2017 - 2020 гг., в % к норме

Об этом свидетельствуют и значительные значения коэффициентов корреляции среднемесячных высот снежного покрова по отдельным бассейнам рек, как между собой (0,51-0,91), так и со средними по всем бассейнам рек значениями (0,75-0,97, Табл. 15). Кстати, последние значения являются значительными по всем параметрам.

Таблица 15

Корреляционная матрица среднемесячных значений снежного покрова по бассейнам рек за период (2017 - 2020 гг.)

| Бассейны | Зеравшан | Варзоб | Пяндж | Среднее по бассейнам |
|----------|----------|--------|-------|----------------------|
| Вахш | 0,65 | 0,91 | 0,85 | 0,97 |
| Зеравшан | | 0,51 | 0,61 | 0,75 |
| Варзоб | | | 0,8 | 0,91 |
| Пяндж | | | | 0,91 |

Следует отметить, что осредненные по всем бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова по данным маршрутных снегосъемок за исследуемый период 2017-2020 гг. имеют отрицательный тренд, т.е. идет плавное их уменьшение, за весь период на 57% (Рис.10). Повидимому такое большое уменьшение связано с отсутствием данных за 2021 и 2022 годы и, следовательно, довольно коротким периодом наблюдений.

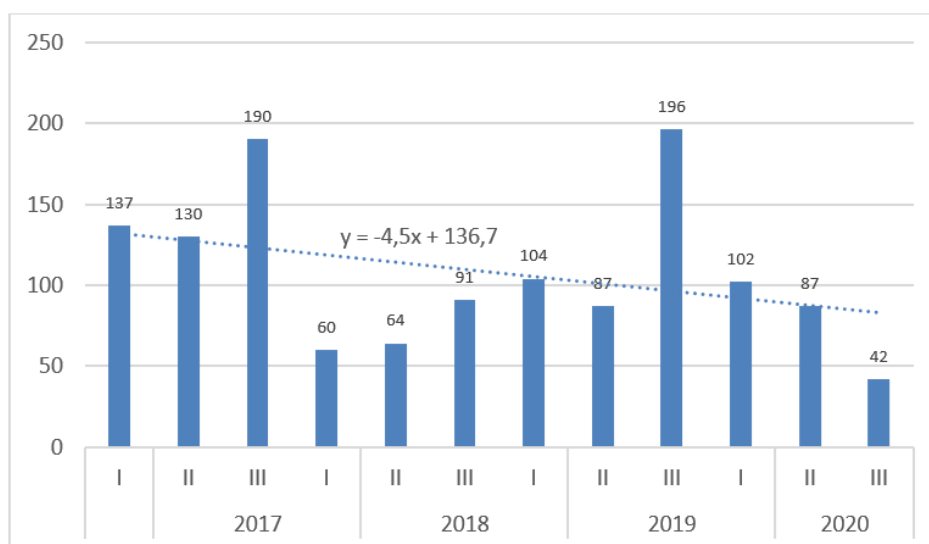


Рис.10. Средние по бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова по данным маршрутных снегосъемок за период 2017 - 2020 гг., в % к норме

В ходе изучения связи значений выбранных метеопараметров по отдельным бассейнам рек и осредненным по всем бассейнам были получены корреляционные графики и уравнения.

На Рис. 11 приведен пример корреляционного графика связи среднемесячных осадков в бассейнах рек Вахш и Пяндж, которая определяется выражением:

$$y = 0,96x + 4,2 \quad (1)$$

где по оси x нанесены среднемесячные осадки по реке Вахш, а по y - по реке Пяндж.

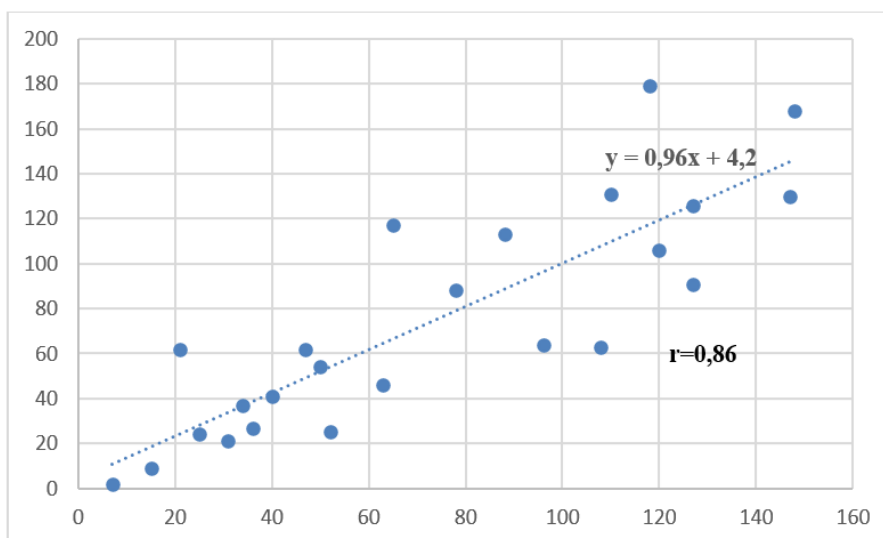


Рис. 4. График корреляционной связи среднемесячных осадков по бассейнам рек Вахш и Пяндж

Такой же график, определяющий корреляционную связь среднемесячных осадков по бассейну реки Вахш и таких же значений в среднем по всем бассейнам рек, приведен на Рис 12, которая определяется выражением:

$$y = 0,88x + 3,4 \quad (2)$$

где по оси x нанесены значения по реке Вахш, а по y – средние по всем бассейнам значения.

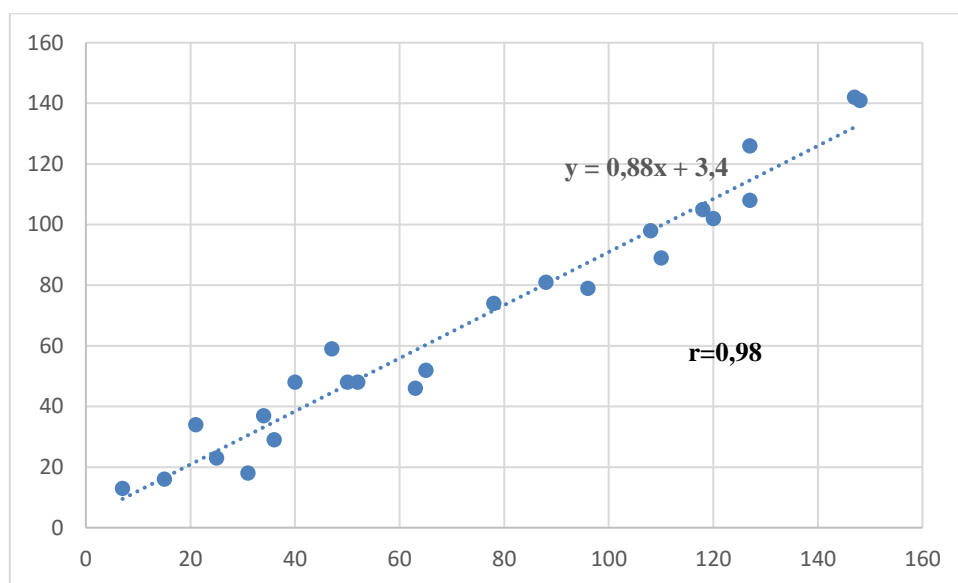


Рис. 5. График корреляционной связи среднемесячных значений количества осадков по бассейну реки Вахш и средним по всем бассейнам значений

Уравнения (1) и (2) дают возможность, при отсутствии данных среднемесячных осадков по одному из бассейнов рек или среднему по всем бассейнам определить, в среднем, другое значение. То же самое можно получить и по корреляционным графикам.

Подобные уравнениям (1) и (2) выражения получены по всем бассейнам рек. Расчеты по этим уравнениям и графикам допустимы, если коэффициенты корреляции между среднемесячными осадками по отдельным бассейнам и осредненными по всем бассейнам больше 0,5-0,6, т.е. чем больше коэффициент корреляции, тем надежнее получаемые результаты.

Заключение

Анализ данных среднемесячных значений количества осадков, температуры воздуха, высоты снежного покрова на метеоплощадках и по данным маршрутных снегосъемок по бассейнам рек Вахш, Зеравшан, Варзоб, Кызылсу и Пяндж. за зимний период (декабрь, январь и февраль месяцы) и начало весны (март месяц) 2017-2022 гг. показал, что:

- в течение 720 дней зимнего периода и начало весны осадки выпадали 306 дней: из них 108 дней в виде дождя (65%) и 198 дней в виде снега и мокрого снега (35%);

- среднемесячные осадки в течение зимнего периода и начале весны, в среднем по отдельным бассейнам, а также осредненные по всем бассейнам, ниже климатической нормы и составляют 67%;

- только в течение декабря 2016, января 2017, февраля 2018, января и февраля 2019, февраля 2020 и января 2022 годов среднемесячные осадки были больше или около нормы (98 - 142%), за исключением бассейнов рек Варзоб, Зеравшан, Кызылсу и Пяндж (55-93%);

- в марте 2020 года наблюдалось катастрофически сильное уменьшение среднемесячных осадков от климатической нормы в бассейнах рек Вахш и Пяндж (2 и 7%, соответственно);

- количество осадков за зимний период, особенно за январь и февраль месяцы, в среднем по всем бассейнам больше, чем за начало весны на 15-20%;

- осредненные по отдельным бассейнам и по всем бассейнам среднемесячные температуры воздуха за зимний период и начало весны, оказались больше нормы - $+2,1^{\circ}\text{C}$;

- самыми теплыми были декабрь 2016 г., весь 2018г., декабрь 2019 г., февраль и март 2020 г., февраль 2021 г. и весь 2022 год, когда отклонения от нормы менялись от $+2,0$ до $+6,1^{\circ}\text{C}$ тепла;

– самым теплым оказался бассейн реки Кызилсу, где осредненные за весь период отклонения от нормы составляли $+3,2^{\circ}\text{C}$, далее следуют бассейны рек Вахш, Варзоб, Зеравшан и Пяндж – от $+1,5$ до $+2,1^{\circ}\text{C}$ тепла;

– самыми холодными оказались февраль 2017 года ($-0,1^{\circ}\text{C}$), а также январь и декабрь 2020 г., когда осредненные по всем бассейнам отклонения температуры воздуха от нормы составляли $-0,7$ и $-0,9^{\circ}\text{C}$, а в бассейне реки Пяндж, в декабре 2020 года отклонения составляли $-2,1^{\circ}\text{C}$;

– осредненные по всем бассейнам среднемесячные отклонения температуры воздуха от нормы за зимний период составляли $2,0^{\circ}\text{C}$ тепла, а за начало весны (март месяц) – $2,5^{\circ}\text{C}$ тепла, что свидетельствует об относительно теплой погоде за этот период;

– осредненные по всем бассейнам рек среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках, оказались, в среднем, больше климатической нормы (134%), только за весь зимний период и начало весны 2018 года, а также в декабре 2019 года эти значения были меньше - (68-87%);

– наибольшие превышения осредненных по всем бассейнам среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках относительно нормы наблюдались за зимний период 2017 года, в феврале и марте 2019 года, январе и феврале 2020 года, декабре 2020 года, марте и декабре 2021 года (144-227%), а по отдельным бассейнам рек выделяется бассейн реки Кызилсу, где эти значения, в среднем, составляют 86,4%, а по другим бассейнам – превышения составляют 103-243%;

– только в бассейнах рек Зеравшан (средняя высота расположения метеостанций 2541 м н.у.м.) и Пяндж (2160 м н.у.м.) зафиксирован значительный положительный баланс запаса снежных ресурсов на метеоплощадках (в среднем, 243% и 128% соответственно), за исключением февраля 2018, а также января и декабря 2019 года и далее января-марта 2020 года, февраля и марта 2021 года (Зеравшан - 63-99% и Пяндж - 37-96%);

– среднемесячные высоты снежного покрова на метеоплощадках за зимний период выше чем за начало весны, в среднем на 15%, а по отдельным

бассейнам – на 12%, за исключением бассейна реки Зеравшан, где значения за зимний период ниже таких же значений за начало весны - на 25%;

- осредненные по всем бассейнам рек (Вахш, Зеравшан, Варзоб и Пяндж) среднемесячные высоты снежного покрова по данным маршрутных снегосъемок за период 2017-2020 гг., были выше многолетней климатической нормы (108%), за исключением января-марта 2018 года, февраля 2019 года, февраля и марта 2020 года, когда они составляли (42 - 91%), а по отдельным бассейнам - (31 - 89%);

- по отдельным бассейнам рек снегонакопление было также выше многолетней нормы и составляет 100 - 123% климатической нормы, особо выделяется бассейн реки Вахш, где среднемесячные значения высоты снежного покрова в течение зимнего периода и начале весны 2017 и 2018 годов, январе и марте 2019 годов, а также январе и феврале 2020 года составляют (104-284%);

- относительно малоснежным выделяется бассейн реки Зеравшан, где превышение составляет, в среднем, 97%;

- исключительно малоснежным является март 2020 года (в среднем 42% от климатической нормы), где особо выделяются бассейны рек Вахш и Пяндж (8% и 32% соответственно), причиной чего, по всей видимости является катастрофическое уменьшение количество осадков по этим бассейнам за этот период;

- за весь исследуемый период 2017 - 2022 гг., наблюдается тенденция увеличения температуры воздуха относительно нормы на 0,9°C, уменьшения среднемесячных осадков относительно нормы на 25%, высоты снега на метеоплощадках – на 15%, а высоты снега по данным маршрутной съемки - на целых 57%;

- высокие значения коэффициентов корреляций как по отдельным бассейнам рек, так и осредненным по всем бассейнам (0,51-0,98) объясняют синхронные изменения среднемесячных осадков, температуры воздуха и высоты снежного покрова по всем бассейнам рек, а их низкие значения (от -

0,11 до 0,46) – не синхронные изменения среднемесячных высот снежного покрова на метеоплощадках;

- коэффициенты корреляции между значениями высоты снежного покрова на метеоплощадках для отдельных бассейнов рек и осредненными по всем бассейнам рек - значительно высокие (0,41-0,71);

- полученные уравнения и графики корреляционных связей между исследованными параметрами по отдельным бассейнам и в среднем по всем бассейнам дают возможность, при отсутствии данных по одному из бассейнов рек или среднему по всем бассейнам определить, в среднем, другое значение. Подобные расчеты допустимы, если коэффициенты корреляции между исследуемыми параметрами больше 0,5-0,6, т.е. чем больше коэффициент корреляции, тем надежнее получаемые результаты.

Предложения и рекомендации

По результатам исследования предлагаются следующие рекомендации и предложения:

1. Налаживание тесного сотрудничества между соответствующими министерствами и ведомствами Республики Таджикистан и исполнительными органами государственной власти и местного самоуправления в области обмена информацией.

2. Необходимо использование ГИС технологий значительно упрощающих анализ материалов снегомерной съемки, а также позволяющих представить информацию в наиболее наглядной форме.

3. Необходимо совершенствование методики маршрутных снегомерных наблюдений, разработанной в 60-х годах прошлого века, а также оценка точности климатических норм и использованных расчетов по определению вклада сезонных снежных ресурсов на формирование стока рек.

Литература

1. Варзобское ущелье (Климат, оледенение, снег, лавины, сели, гидрография). УДК 502.7 (575.3). 2011г. Стр. 16.
2. Гидрометеорологические бюллетени Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан за 2017-2022гг. год. Душанбе, 2022 г.
3. Годовой обзор о стихийных гидрометеорологических явлениях 2009 и 2014 -2017гг. Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
4. Декадная гидрологические бюллетени Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан за 2021 год. Душанбе, 2021 г.
5. Единство в науке «United in Science»: мы движемся в неверном направлении. Доклад ВМО 13 сентября 2022 года.
6. Ледники Таджикистана в условиях изменения климата. 2008г., УДК 455.4 (235.211), стр 4.
7. Луғати обухавошиносӣ (русӣ-тоҷикӣ) Сирочиддин Мухриддин, Душанбе, «Ирфон» 2018г.
8. Месячный обзор о гидрометеорологических условиях, сложившихся в Республике Таджикистан Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан за 2021 год. Душанбе, 2021 г.
9. Методика исследования снежного покрова. Информационный ресурс. Доступ на сайте: <http://www.allbest.ru/>
10. Мухаббатов Х., Яблоков А. Снежный покров Таджикистана - Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. 2014 г., стр 79.
11. Отчет аэровизуальные наблюдение за высотой снежного покрова 2020 - 2022 годы, представленным Агентством по гидрометеорологии. 2022г.

12. Отчеты маршрутных снегосъемков бассейна рек Таджикистана и декадные высоты снега на площадках метеостанций. Агентство по гидрометеорологии 2017-2020гг.

13. Первое национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата, 2008г.

14. Публикация ВМО. Защитим наши народы и будущие поколения. 5 марта 2022 г. стр 2.

15. Сравнительная таблица средних запасов снега в вегетационный период в бассейнах рек Таджикистана 2017- 2021гг.

16. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата 2008г. стр. 84-90.

17. Четвертое национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата, 2022 г. стр. 95-96.

18. Чурюлин Е. В., Копейкин В. В., Розинкина И. А., Фролова Н. Л. Мониторинг снежного покрова по спутниковым и модельным данным для различных водосборов на Европейской территории Российской Федерации. Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия, стр 1.

А. Қ. ҚАҶУМОВ, А. М. ШОМАҲМАДОВ, М. Т. САҒАРОВ

**ОМУЗИШИ АЛОҚАМАНДИИ ПАРАМЕТРҲОИ МЕТЕОРОЛОГӢ
ДАР ҲАВЗАҲОИ ДАРӢҲОИ АСОСИИ ТОҶИКИСТОН БАРОИ
ДАВРАИ ЗИМИСТОН ВА АВВАЛИ БАҲОРИ СОЛҲОИ 2017 - 2022**

Мақсади таҳқиқот таҳлили динамикаи захираи қабати барф дар ҳавзаҳои дарӢҳои Вахш, Зарафшон, Варзоб, Қизилсу ва Панҷ дар давраи зимистон (декабр, январ ва феврал) ва аввали баҳори (март) солҳои 2017 - 2022, инчунин арзёбии ҳолати он ва робитааш бо параметрҳои асосии метеорологӣ (миқдори боришот, ҳарорати ҳаво, баландии қабати барф дар майдончаҳои метеорологӣ ва аз рӯйи хатсайрҳои муайян) мебошад.

Маълум карда шуд, ки:

– қимати миёнаи боришоти моҳона барои давраи зимистон ва аввали баҳор барои ҳавзаҳои алоҳида, инчунин барои ҳамаи ҳавзаҳо аз рӯйи қимати миёна аз меъери иқлимӣ 67 фоиз кам аст;

– миқдори боришот дар давраи зимистон, махсусан дар моҳҳои январ ва феврал ба ҳисоби миёнаи ҳамаи ҳавзаҳо назар ба аввали баҳор 15—20 ғоиз зиёд мебошад;

– тамоили миёнаи моҳонаи ҳарорати ҳаво аз меъёр барои ҷамъи ҳавзаҳо дар давраи зимистон ба ҳисоби миёна 2,0°C ва дар аввали баҳор (март) 2,5°C гарм буд, ки ин аз ҳавои нисбатан гармиин давра дарак медиҳад;

– ба ҳисоби миёнаи ҷамъи ҳавзаҳо, баландии миёнаи моҳонаи қабати барф дар майдончаҳои метеорологӣ аз меъёри иқлимӣ, ба ҳисоби миёна 134 ғоиз зиёд буда, танҳо дар давраи зимистон ва аввали баҳори соли 2018, инчунин моҳи декабри соли 2019, (68-87%) камтар мебошад;

– қимати миёнаи моҳонаи баландии барф дар майдончаҳои метеорологӣ дар давраи зимистон нисбат ба аввали баҳор ба ҳисоби миёна 15 ғоиз зиёд аст;

– ба ҳисоби миёнаи ҷамъи ҳавзаҳо баландии барф аз рӯйи ченкуниҳои хатсайрӣ, ба ҳисоби миёна аз меъёр 108 ғоиз зиёд буд, ба истиснои моҳҳои январ-марти соли 2018, феввали соли 2019, феврал ва марти соли 2020, ки (42-91%) кам буд;

– моҳи марти соли 2020 бениҳоят бебарф (ба ҳисоби миёна 42% меъёри иқлимӣ), ки дар он ҳавзаҳои дарёҳои Вахш ва Панҷ (мутаносибан 8% ва 32%) фарқ мекунанд, сабаб дар ин давра ба таври фаврӣ кам шудани боришот дар ин ҳавзаҳо мебошад;

– дар тамоми давраи омӯзиш, ки солҳои 2017 – 2022 - ро дар бар мегирад тамоюли баландшавии ҳарорати ҳаво то 0,9°C, кам шудани боришоти миёнаи моҳона нисбат ба меъёр 25%, баландии қабати барф дар майдончаҳои метеорологӣ - 15 % ва баландии барф аз рӯйи ченкуниҳои хатсайрӣ - 57%, мушоҳида мешавад.

Муодилаҳо ва графикҳои коррелятсионии робитаи байни параметрҳои метеорологӣ омӯхташуда имкон медиҳанд, дар сурати мавҷуд набудани қимати параметрҳо барои яке аз ҳавзаҳои дарё ё ба ҳисоби миёна барои ҳамаи ҳавзаҳо, қимати дигар ба ҳисоби миёна муайян карда шавад, ба шарте ки коэффитсиентҳои коррелятсионӣ беш аз 0,5-0,6 бошанд.

Калидвожаҳо: қабати барф, таҳқиқи масири барф, боришоти миёнаи моҳона, тамоили ҳарорати ҳаво аз меъёр, тамоюли параметрҳои метеорологӣ, коррелятсия, коэффитсиенти коррелятсия.

A. K. KAYUMOV, A. M. SHOMAHMADOV, M. T. SAFAROV

STUDYING THE RELATIONSHIP OF METEOROLOGICAL PARAMETERS AND SNOW COVER IN THE MAIN RIVER BASINS OF TAJIKISTAN FOR THE WINTER PERIOD AND THE BEGINNING OF SPRING 2017 - 2022

The aim of the study is to analyze the dynamics of snow cover accumulation in the basins of the Vakhsh, Zeravshan, Varzob, Kyzilsu and Pyanj rivers during the winter period (December, January and February) and the beginning of spring (March) 2017-2022, assessing its condition and relationship with the main meteorological parameters (amount of precipitation, air temperature, snow depth at meteorological sites and according to snow measuring routes).

It is revealed that:

– *average monthly precipitation during the winter period and early spring, on average for individual basins, as well as averaged for all basins, is below the climatic norm by 67%;*

– *the amount of precipitation for the winter period, especially for January and February, on average for all basins, is more than for the beginning of spring by 15-20%;*

- averaged over all basins average monthly air temperature deviations from the norm for the winter period were 2.0°C warm, and for the beginning of spring (March) - 2.5°C warm, which indicates relatively warm weather during this period;
- averaged over all river basins, the average monthly snow cover heights at meteorological sites are more than the climatic norm, on average by 134%, only for the winter period and the beginning of spring 2018, as well as in December 2019, these values were less - (68-87%);
- average monthly snow depths on meteorological sites for the winter period are higher than for the beginning of spring, on average by 15%;
- average monthly snow depths averaged over the river basins, according to route snow surveys, were on average 108% higher than the norm, with the exception of January-March 2018, February 2019, February and March 2020 (42 - 91%);
- March 2020 is exceptionally snowless (on average 42% of the climatic norm), where the Vakhsh and Pyanj river basins stand out (8% and 32%, respectively), the reason is the catastrophic decrease in precipitation over this period in these basins;
- for the entire study period of 2017-2022, there is a tendency to increase air temperature by 0.9°C, decrease in average monthly precipitation relative to the norm by 25%, snow depth on meteorological sites - by 15%, and snow depth according to route survey data - by as much as 57 %;

The resulting equations and graphs of correlations between the studied meteorological parameters make it possible, in the absence of parameters for one of the river basins or the average for all basins, to determine, on average, another value, provided that the correlation coefficients are greater than 0.5-0.6.

Key words: snow cover, route snow survey, average monthly precipitation, air temperature deviation from the norm, trend in meteorological parameters, correlation, correlation coefficient.

КРИОСФЕРА
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЦЕНТР
ИЗУЧЕНИЯ ЛЕДНИКОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ТАДЖИКИСТАНА» № 1 (5), 2022 г.

ГЛЯЦИОЛОГИЯ

УДК 551.324.63

А. К. КАЮМОВ, А. М. ШОМАХМАДОВ, А. Б. БОКИЗОДА¹

ВКЛАД ЛЕДНИКОВ В ФОРМИРОВАНИИ
ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
БАССЕЙНА РЕКИ ЗЕРАВШАН

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников
Национальной академии наук Таджикистана»*

Основной целью исследования было проведение обзора исследований и информации о состоянии и дальнейшей эволюции ледников и изучение их вклада в формирование гидроэнергетических ресурсов бассейна реки Зеравшан.

Выявлено, что:

- из-за негативного последствия изменения климата в ближайшие 30-40 лет площадь ледников бассейна может уменьшиться на 20-30 %;*
- согласно исследованиям глобальное потепление будет продолжаться еще 100-200 лет, и по прогнозам, ледники бассейна полностью уйдут под моренный чехол и все ещё будут отдавать воду, хотя и меньшими темпами;*
- по причине расположения ниже фирновой линии, большинство ледников бассейна сокращаются быстрее, чем на Памире и в других регионах Таджикистана;*
- богатые водные ресурсы и наличие огромных площадей ледников бассейна обеспечивают потенциальную возможность для строительства гидроэлектростанций, как на самой реке Зеравшан, так и на ее крупных притоках;*
- в настоящее время дан старт строительству Яванской ГЭС на реке Зеравшан и проводятся исследовательские работы по определению воздействия ее строительства на окружающую среду, социально-экономические особенности и соответствия целям охраны окружающей среды.*

Введение

Ледники и горные экосистемы – огромное богатство Таджикистана, т.к. они являются не только хранилищами воды и регуляторами речного стока, но и главными источниками питания рек бассейна Аральского моря. В Таджикистане находится около 65 процентов всех ледников Центральной Азии.

¹ *Адрес для корреспонденции:* Каюмов Абдулхамид Каюмович, Шомахмадов Алишо Мардонович, Бокизода Адлинисои Бокимухаммад, 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, проспект Рудаки 33, «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана». E-mail: abdkaumov@mail.ru & ali.shoh@gmail.com & bokizodaadliniso@gmail.com

Ситуация с обильным таянием ледников по всему миру и в том числе и в Таджикистане вызывает опасение. От состояния снежных запасов, ледников и количества осадков в горах Таджикистана, зависит судьба миллионов людей, как в Таджикистане, так и всей Центральной Азии.

При сохранении существующих темпов деградации оледенения в ближайшие 30-40 лет в Таджикистане полностью исчезнут многие мелкие ледники. Деградация оледенения может сильнее всего отразиться на режиме рек Зеравшан, Кафирниган, Каратаг, Обихингоу. Площадь оледенения страны может уменьшиться по сравнению с настоящим временем на 15-20%, а запасы воды в ледниках на 80-100 куб.км [10]. Но крупные ледники и узлы оледенения сохраняются.

Бассейн реки Зеравшан является одним из основных регионов сосредоточения ледников Таджикистана. В связи с этим нашей основной целью было проведение обзора исследований и информации о состоянии и дальнейшей эволюции ледников и оценка их вклада в формировании гидроэнергетических ресурсов этого бассейна.

Краткая информация о состоянии ледников бассейна реки Зеравшан

Всего в бассейне реки Зеравшан насчитывается 1272 ледников общей площадью 708,5 км², причем 892 из них имеют размеры 0,1 км² и более и занимают площадь 686,7 км² [16, 17]. По данным разных источников, суммарный объем всех ледников бассейна реки Зеравшан колеблется от 27 до 36 км³ [2,16, 17].

В табл. 1 приведен список наиболее крупных ледников бассейна реки Зеравшан.

Таблица 1

Наиболее крупные ледники бассейна реки Зеравшан [9]

| Ледники | Бассейн реки | Площадь, км ² | Длина, км | Объем льда, км ³ |
|----------------|--------------|--------------------------|-----------|-----------------------------|
| Зеравшан | Масчо | 132,6 | 27,8 | 14,94 |
| Преображенский | Рама | 54,0 | 12,8 | 9,02 |
| Россинч | Россинч | 17,8 | - | 2,03 |
| Шахи сафед | ШахиСафед | 11,1 | 9,2 | 1,43 |
| Парах | Масчо | 9,4 | 6,8 | 0,75 |
| Суфитахир | Водиф | 5,8 | 5,0 | 0,38 |
| Рог | Рог | 5,2 | 7,1 | 0,32 |

По своему местонахождению ледники бассейна реки Зеравшан делятся на несколько регионов [9]:

1. Бассейн р. Масчо;
2. Бассейн реки Фандарья;
3. Бассейн реки Ягноб;
4. Истоки рек Киштут и Могиён.

Для ознакомления с эволюцией ледников бассейна реки Зеравшан, были рассмотрены наиболее изученные ледники бассейнов рек Масчо и Фон-Ягноб, т.е. верховья реки Зеравшан.

Наиболее значительные участки оледенения бассейна реки Зеравшан, расположены в верховьях рек Масчо, Фандарья и Искандардарья.

По данным Щетинникова [22, 23], в бассейне реки Масчо насчитывается 587 ледников, занимающих площадь 179,2 км². Количество ледников в Фон-Ягнобской котловине – 460, с площадью 133,3 км² [2, 16, 17].

Наиболее крупным ледником бассейна реки Масчо является ледник Зеравшан (рис.1), состоящий из 21 ледников общей площадью - 132,6 км² и объемом льда - 14,9 км³ [9]). Язык ледника расположен на высоте 2810 метров над уровнем моря, находится в состоянии деградации, и за 1880-1980 годы сократился на 2 км, а его средняя и правая часть – на 1,0-1,5 км [16].

Площадь оледенения реки Фандарья в 6 раз меньше площади оледенения бассейна реки Масчо. Поэтому, питание ледников Фандарьи составляет около 3% от среднегодового питания и примерно в 8 раз меньше, чем питание реки Масчо [16].

По некоторым источникам [2, 15, 16, 17] в бассейне реки Ягноб, являющегося основным притоком Фондарья, площадь ледников составляет 70,8 км².

Площадь оледенения бассейна реки Искандарья, второго крупного притока реки Фондарья, составляет лишь 12% от общей площади оледенения этого бассейна и 6,5% всего бассейна реки Зеравшан [9].

Большинство описанных ледников бассейнов рек Фондарья и Зеравшан в целом деградируют быстрее, чем ледники Памира и других регионов, что связано с расположением ледников ниже фирновой линии и характерным для всех регионов глобальным потеплением [1-4].

За последние 50 лет, ледники бассейна реки Зеравшан отступили на 1,5 км, а их площадь местами сократилась на 14%. Эта тенденция четко наблюдается в течение 1980-2020 гг. и если будет продолжаться дальше, то пострадает не только сельское хозяйство, но и гидроэнергетика, функционирующая на базе стока рек [3, 4].

Гидроэнергетические ресурсы реки Зеравшан

Наличие значительных запасов возобновляемых источников - энергии водных ресурсов выдвинуло гидроэнергетику в ряд базовых, стратегически важнейших для развития национальной экономики. Потенциальные гидроэнергетические ресурсы Таджикистана велики, достигают 527,06 млрд.кВт.часов в год, но в территориальном отношении расположены неравномерно и освоены всего на 3,5-4,0% [11, 19].

Основной гидроэнергетический потенциал Таджикистана сосредоточен на Юге страны и составляет 71,1% от общего объема запасов, что послужило основой создания в этой зоне мощной производственной базы, включая каскад ГЭС на Вахше.

Немалым потенциалом обладает ГБАО - более 22%, а гидроэнергетический потенциал Севера страны - наименьший и не превышает 6,8-6,9% (36,2 млрд.кВт.ч в год). Подавляющую часть запасов этой территории составляет потенциал бассейна реки Зерафшан, который

составляя 33,94 млрд.кВт.ч. в год, достигает 6,4% общего потенциала по стране и около 94% запасов Согдийской области [21].

Детальное изучение потенциальной энергии водотоков республики было проведено более 50-60 лет назад Академией наук Таджикистана. В настоящее время, ввиду давности сроков исследования гидроресурсного потенциала страны, изменений природно–климатических, политико-экономических условий хозяйствования, Таджикистан нуждается в пересчете гидроэнергетического потенциала.

Данный вопрос особенно актуален для рек бассейна реки Зерафшана, так как энергетический аспект их использования изучен слабо и не отвечает современным требованиям. Возможности энергетического использования гидроресурсов Зерафшана и его притоков впервые были изучены в 1935 году и существуют проработки, приведенные в работе «Генеральная схема использования водных ресурсов Узбекской ССР, 1965 г.» [21], проработки Средне-азиатского отделения «Гидропроекта» и др.

Освоение гидроэнергоресурсов бассейна в дорыночный период велось в основном лишь в долинной части реки Зерафшан, где запасы гидроэнергии практически ничтожны, но сооружение гидроузлов было необходимо для удовлетворения нужд ирригации. Крупные ГЭС на реках бассейна не строились. В 1970 году в этой зоне работало 30 малых ГЭС общей мощностью свыше 43 кВт, а в 1987 году их уже не было.

Проектным институтом «Таджикгидроэнерго-проект» (с 2008 г. преобразован в Научно-исследовательский проектный институт «Нурофар») в 2004-2005 гг. выполнены разработки по комплексному использованию реки Зерафшан с её притоками с сооружением 15-ти ГЭС с выработкой 9,22 млрд.кВт.ч электроэнергии в год [20].

В рамках реализации стратегических целей и задач развития экономики и энергетики Таджикистана в 2006 году подготовлена «Схема комплексного освоения бассейнов рек Таджикистана» [21], в которой планировалось

строительство гидроэлектростанций и которая до настоящего времени значительных изменений не претерпела (Табл. 2).

Еще в 30-х годах исследователи показали, что в бассейне реки Зарафшан есть хорошие возможности для строительства таких гидроэлектростанций, как Вардашт, Оббурдон, Вешаб, Устунак, Хишартоб, Талоки Марзич, Нарват, Пит, Пули Мулло, Хайрабад, Дашти Кози, Дупула и другие [3].

Таблица 2

Планируемые в бассейне реки Зерафшан гидроэлектростанции [19]

| ГЭС | Объем водохранилища, км³ | Устанавливаемая мощность, МВт | Выработка электроэнергии, млрд. кВт.часов/год |
|--|--|--------------------------------------|--|
| Река Масчо (приток реки Зеравшан) | | | |
| Масчо | 1,0 | 90 | 0,55 |
| Риамут | 0,55 | 75 | 0,46 |
| Оббурдон | 0,72 | 120 | 0,35 |
| Дарг | 0,05 | 130 | 0,75 |
| Сангистон | 0,05 | 140 | 0,9 |
| Похут | 0,05 | 140 | 0,9 |
| Фондаря | | | |
| Фондаря | — | 300 | 1,8 |
| Всего | 2,42 | 995 | 5,71 |
| Река Зеравшан | | | |
| Айнй | 0,05 | 160 | 0,95 |
| Яван | 0,05 | 120 | 0,18 |
| Дупуль | 26 | 200 | 1,0 |
| Пенджикент-1 | — | 50 | 0,27 |
| Пенджикент-2 | — | 45 | 0,25 |
| Пенджикент-3 | — | 65 | 0,38 |
| Всего | 26,1 | 640 | 3,03 |

В последние годы в 20 населенных пунктах Горно-Мастчинского и Айнинского района, на малых притоках реки Зеравшан, построены и введены в эксплуатацию малые гидроэлектростанции. Одна из таких гидроэлектростанций построена в местечке Талоки Марзич (недалеко от села Анзоб) [3].

В ходе официального визита в Республику Таджикистан Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева, правительствами двух стран было подписано Соглашение о строительстве гидроэлектростанций в

бассейне реки Зарафшан (подробности можно найти на сайте: <https://energybase.ru/news/industry/informacia-o-proekte-stroitelstva-i-ekspluatatsii-dvuh-ges-v-bassejne-reki-zarafs-2020-03-13>).

Согласно данного Соглашения проект строительства ГЭС будет осуществляться в два этапа:

- на первом этапе запланировано строительство гидроэлектростанции Ёвон мощностью 140 мегаватт и выработкой, в среднем, 800 миллион киловатт-часов электроэнергии в год;
- на втором этапе будет изучена возможность строительства гидроэлектростанции Фондаря мощностью 135 мегаватт и выработкой 600 миллионов киловатт-часов электроэнергии.

Проработка вопроса о совместном строительстве двух ГЭС общей мощностью 320 МВт на реке Зарафшан в Таджикистане была предусмотрена в Совместном заявлении президента Республики Узбекистан и Президента Республики Таджикистан, подписанного 17 августа 2018 года.

В ходе официального визита Президента Республики Таджикистан, уважаемого Эмомали Рахмона в Республику Узбекистан, 2 июня 2022 года, президентами двух братских стран, был дан старт строительству Яванской гидроэлектростанции на реке Зарафшан.

В настоящее время институтом «Нурофар» Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан проводятся исследовательские работы по определению воздействия строительства будущего объекта на окружающую среду, социально - экономические особенности и соответствия целям охраны окружающей среды [20].

Плотина Яванской ГЭС находится на территории Айнинского района на главном течении реки Зеравшан, в 50 км ниже от поселка Айни и представляет собой гидроузел, состоящий из головного и напорно – станционного узла.

Отметка гребня будущей плотины составляет 1230 м, ширина гребня – 10 м, отметка вершины волнолома - 1231,2 м, а максимальная высота плотины - 75 м.

Водосборная площадь бассейна реки составляет 8879 км². Здание станции будет располагаться на правой пойме, на расстоянии 800 метров от плотины.

Заключение

Как упомянул президент Таджикистана Эмомали Рахмон, выступая на Второй международной конференции высокого уровня по международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития», 2018-2028, Таджикистан, на протяжении нескольких лет испытывает негативные последствия от изменения климата, в особенности, от таяния ледников [14].

При сохранении нынешних темпов деградации ледников в ближайшие 30-40 лет площадь ледников Таджикистана может уменьшиться на 15-20%, а их водные ресурсы сократятся на 80 -100 км³.

Обнадеживающим является только то, что согласно [18] глобальное потепление будет продолжаться еще 100-200 лет, и ледники Центральной Азии не исчезнут, а полностью уйдут под моренный чехол и будут отдавать воду, хотя и меньшими темпами.

В бассейне реки Зеравшан большинство ледников сокращаются быстрее, чем на Памире и в других регионах Таджикистана, главным образом, из-за расположения ледников ниже фирновой линии

Водные ресурсы бассейна реки Зарафшан обеспечивают эффективные возможности для строительства гидроэлектростанций, как на самой реке, так и на ее крупных притоках.

Поскольку водные ресурсы Таджикистана имеют важнейшее значение для сельского хозяйства, гидроэнергетики и связанными с ними отраслями экономики, как Таджикистана, так и ниже расположенных государств Центральной Азии, вопрос изучения состояния ледников и водности бассейнов основных рек Таджикистана и в том числе реки Зеравшан, в связи с изменением климата, отражает актуальность для всех них.

Предложения и рекомендации

Для предотвращения и уменьшения быстрого таяния ледников бассейна реки Зеравшан предлагаются следующие превентивные мероприятия:

1. Строительство водоемов, озеленение территории и посадка лесов вблизи ледников.
2. Применение водосберегающих методов.
3. Создание нескольких крупных ледниковых заповедников.
4. Проведение мониторинга и изучения состояния бассейна реки Зеравшан не реже одного раза в пять лет.
5. Изучения состояния ледников и водности бассейнов основных рек Таджикистана и в том числе реки Зеравшан, в связи с изменением климата на постоянной основе, с привлечением представителей научно-исследовательских учреждений ниже расположенных государств Центральной Азии.
6. Пересчет гидроэнергетического потенциала и ресурсов, ввиду давности сроков их оценки, изменений природно-климатических и политико-экономических условий хозяйствования.

Использованная литература

1. Аброров Ҳ. Иқтидори иқтисодии захираҳои оби водии Зарафшон. Душанбе. 2005. 190 с.
2. Аброров Ҳ. Ҳолати имрӯза ва таҳаввули минбаъдаи пирияхҳои кӯҳистони Зарафшон. Конференсияи илмӣ дар мавзӯи «Имкониятҳои истифодабарии захираҳои обӣ - энергетикӣ Тоҷикистон дар шароити тағйирёбии иқлим». Душанбе, 22 майи соли 2009.
3. Аброров Х. А., О. А. Ризоева, М. Ё. Холбеков Рациональное использование и защита водных ресурсов в Согдийской области Республики Таджикистан. Молодой ученый, №23 (365). Душанбе, 2021. С.137-143.
4. Аброров Х., Шерматов Н. Формирования водных ресурсов Горного

Зерафшана и их экономический потенциал. Душанбе, 2013.

5. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. – Л.: Недра, 1965, 658с.

6. Долгушин Л. Д., Осипов Г. Б. Ледники. Природа мира. Москва. «Мысль». 1989. 131 с.

7. Зеравшан (река в Ср. Азии) // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А.М. Прохоров. 3-е изд. М. : Советская энциклопедия, 1969-1978.

8. Ирригация Узбекистана. Том 2. Издательство «Фан», Узбекской ССР, Ташкент, 1975, 132 с.

9. Каталог ледников СССР. Т.14.вып.,3.ч.1.,2, бассейн р. Зеравшан. Л. Гидрометеиздат, 1982. 120 с.

10. Каюмов А. К., Арифов Х. О. Деградация оледенений и оценка ее влияния на развитие гидроэнергетики Таджикистана. Вестник «Таджикистан и мир» №3(71), 2020 г., с. 147-155.

11. Каюмов А. К., Арифов Х. О. Перспективы развития гидроэнергетики в условиях климатических изменений и деградации ледников. Экономика Таджикистана. №1, 2021 г., с. 117-121.

12. Котляков В. М. Снег и лед в природе Земли. Москва. „Наука”, 1986. 160 с.

13. Кошлаков Г. В., Мухаббатов Х. М., Джонмахмадов М. П. Вопросы использования природно-ресурсного потенциала Зерафшанской зоны Республики Таджикистан. Журн. "Экономика Таджикистана: стратегия развития". №2, 2004.

14. Крупнейшие ледники Средней Азии - Ледник Федченко и Зеравшанский. Ленинград, 1967.

15. Ледники – водные ресурсы Таджикистана в условиях изменения климата. Издательство Государственного учреждения по гидрометеорологии. Душанбе, 2008 г. 35 с.

16. Мӯсоев З., Дильмурадов Н. Ледники Таджикистана. Душанбе, 1994.

17. Насыров М. Н. Ледники бассейна р. Зеравшан. „Современное оледенение в бассейне реки Зеравшан“. Ташкент, 1972.

18. Основные результаты выполненных мониторинга и исследований лаборатории Гляциологии ТШВНЦ в период 2016-2020 гг.

https://scorcher.ru/glaciology/new_2_2021.php - посещение 11.02.2022 г.

19. Петров Г. Н., Халиков Х. Энергоэффективность крупных рек Таджикистана. Доклады Академии наук Республики Таджикистан. Том 52, №8. Водные ресурсы, 2009.

20. Рахимов А. Р. Предварительный отчет оценки воздействия Яванской ГЭС Республики Таджикистан на окружающую среду. ОАХК «Барки Точик» Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан, Душанбе, 2022 г.

21. Состояние и перспективы интегрированного управления водными ресурсами бассейна реки Зерафшан. Резюме аналитического обзора по Проекту ЕС-ПРООН (2009-2012) «Содействие интегрированному управлению водными ресурсами и трансграничному диалогу в Центральной Азии», Алматы, ПРООН, 2011 г. 95 с.

22. Шетинников А. С. Оледенение Гиссаро-Алая. Ленинград, 1981. 119 с.

23. Шетинников А.С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая. Ташкент, 1998. 219 с.

А. Қ. ҚАЮМОВ, А. М. ШОМАҲМАДОВ, А. Б. БОҚИЗОДА

САҲМИ ПИРЯХҲО ДАР ТАШАККУЛИ ЗАХИРАҲОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ ҲАВЗАИ ДАРӢИ ЗАРАФШОН

*Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзиши пиряхҳои
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон»*

Баррасии таҳқиқот ва маълумот оид ба ҳолат ва таҳаввули пиряхҳо ва омӯзиши саҳми онҳо дар ташаккули захираҳои гидроэнергетикии ҳавзаи дарӢи Зарафшон гузаронида шуд. Маълум карда шуд, ки:

- бар асари оқибатҳои манфии тағйирёбии иқлим ва обшавии босуръати пиряхҳо тӯли 30 - 40 соли оянда масоҳати пиряхҳои ҳавза метавонанд 20-30% кам шаванд;*
- тибқи наҷӯҳиҳои олимон, гармишавии глобалӣ то 100-200 соли дигар идома ёфта, пиряхҳои Осиёи Марказӣ, аз ҷумла ҳавзаи дарӢи Зарафшон қомилан зери морена мемонанд ва бо суръати сусттар ҳам бошад, об медиҳанд;*
- бо сабаби аз хати фирн поёнтар ҷойгир шудани пиряхҳои ҳавзаии дарӢи Зарафшон аксари онҳо назар ба пиряхҳои Помир ва дигар минтақаҳои Тоҷикистон тезтар қоқиш меёбанд;*
- захираҳои бойи обӣ ва мавҷудияти майдонҳои азими пиряхҳо барои сохтани неругоҳҳои барқии обӣ, чӣ дар ҳуди дарӢи Зарафшон ва чӣ дар шохобҳои калони он, имконият фароҳам меоранд;*
- айни замон ба сохтмони Нерӯгоҳи барқӣ обии “Ёвон” дар ҳавзаи дарӢи Зарафшон оғоз бахшида шуда, оид ба таъсири сохтмони он ба муҳити зист, хусусиятҳои иҷтимоӣ иқтисодӣ ва мувофиқати он ба ҳифзи муҳити зист таҳқиқот бурда шуда истодааст.*

A. K. KAYUMOV, A. M. SHOMAKHMADOV, A. B. BOKIZODA

THE CONTRIBUTION OF THE GLACIERS TO THE FORMATION OF ENERGY RESOURCES OF THE ZERAVSHAN RIVER BASIN

*State Scientific Institution "Center for the study of glaciers
of the National academy of sciences of Tajikistan"*

A review of research and information on the state and evolution of glaciers and their contribution in formation of hydroenergetic resources of the Zerafshan River Basin has been carried out.

It has been revealed that:

- because of climate change and melting glaciers for many years, in the next 30-40 years their area may decrease by 20-30%;*
- according to the investigations of scientists, global warming will continue for another 100-200 years, and the glaciers of Central Asia, including the Zerafshan river basin, will completely go under the moraine cover and will release water, although at a slower pace;*
- due to the location of glaciers of the Zerafshan river basin below the firn line, most of them are decreasing faster than in the Pamirs and other regions of Tajikistan;*
- rich water resources and the presence of huge areas of glaciers provide a potential opportunity for the construction of hydroelectric power plants, both on the Zerafshan River and on its large tributaries;*
- at present, the construction of the Yavan HPP on the Zerafshan River has been launched and research is being carried out to determine the impact of its construction on the environment, socio-economic features and compliance with environmental protection goals.*

УДК 551.324.63

ҚАҶОМОВ А., САИДЗОДА Х., КАБУТОВ Х.

**ОМУЗИШИ ПИРЯХҲОИ НАБЗОНИИ ҲАВЗАИ ДАРЁИ ОБИ -
ХИНГОВ БО УСУЛИ ЗОНДИРОНӢ - ФОСИЛАВӢ**

Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзиши пиряхҳои

Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон»

Барои муайян намудани пиряхҳои набзони ҳавзаи дарёи Оби-Хингов аксҳои кайҳониро аз моҳвораҳои Landsat 5 (TM), Landsat 7 (ETM+), Landsat 8 (OLI), Sentinel 2a MSI, ва барномаи Arcgis10.6 истифода намудем. Бо истифода аз тасвирҳои кайҳонӣ ҳамаҷола маълумоти нав ба нав барои омӯзиши пиряхҳо ба даст меояд ва омӯзиши тасвирҳо имкон медиҳанд, ки ҳаракати нави пиряхҳо дар минтақаҳои дурдаст ва душворгузари Тоҷикистон муайян карда шавад. Натиҷаҳои ба даст оварда нишон медиҳанд, ки дар ҳавзаи дарёи Оби - Хингов 549 пирях мавҷуд буда, ки аз ин 116 пиряхи он пиряхҳои набзонӣ мебошанд. Мақсад аз гузаронидани таҳқиқоти илмӣ натиҷагирӣ аз ҳолати пиряхҳои набзони ҳавзаи дарёи Оби - Хингов аз соли 1990 то соли 2022 мебошанд.

Калидвожаҳо: пиряхҳои набзонӣ, зондиронӣ - фосилавӣ, кӯлҳо, дарёи Обихингов, офатҳои табиӣ, бастаҳои дарёҳо.

Сарсухан

Дар солҳои охир кам нестанд ҳодисаҳои, ки ба илми глятсиология алоқаманд набошад. Яке аз сабабҳои рӯй додани чунин фалокатҳо ҳаракати пиряхҳои набзонӣ мебошад. Сарфи назар аз он, ки таърихи омӯзиш, механизм ва ҳаракати ногаҳонии пиряхҳо ним аср боз давом дорад, то ҳол маълумоти дақиқ дар бораи сабабҳои набзиши пиряхҳо мавҷуд нест. Пиряхҳои набзони дар тамоми ҷаҳон маъмуланд ва ҳаракати ногаҳонии забонаи пиряхҳо боиси пайдо шудани кӯлҳою сарбандҳо гардида, ҳангоми раҳна шудани онҳо обҳезию сел ба амал меояд.

Таҳқиқи чунин ҳодисаҳои табиӣ ба монанди набзиши забонаи пиряхҳо, омӯхтани механизми набзиш ва кор карда баромадани усулҳои пешгӯии набзиши забона дар пиряхҳо манфиати илмӣ дорад.

Пиряхҳои набзонӣ - пиряхҳое номида мешаванд, ки ба он лаппишҳои даврӣ хос буда, боиси аз нав тақсимкунии шадиди динамикии масса дар ҳаҷми ҷисми пиряхҳо бидуни тағйирёбии массаи онҳо мегардад. Набзиши забонаи пиряхҳо нишон медиҳад, ки ин падида ба пиряхҳои навҳои гуногуни морфологӣ хос буда, дар минтақаҳои мухталиф мавқеи ҷойгиршавӣ пиряхҳо рух медиҳад [8]. Пиряхҳои набзонӣ бо сабаби ноустувории худ ниҳоят хатарноканд. Ба эволютсияи пиряхҳои набзӣ ивазшавии давраҳои нисбатан ороми дароз (марҳалаи барқароршавӣ) ва давраи кӯтоҳи фаъолшавӣ хос аст, ки суръати ҳаракати ях дар қисмати забонаи пирях якбора зиёд шуда, дар қабатҳои болоӣ ҳамзамон кам мешавад. Суръати ҳаракати пиряхҳо дар фасли тобистон нисбат ба зимистон тезтар мешавад.

Ҳаракати пиряхҳо падидаи тасодуфӣ набуда, балки ба ноустувории динамикии ҳуди системаҳои пиряхҳо алоқаманданд аст. Давраи анҷоми як ҳаракати пирях то ба охир расидани ҳаракати навбатии он давраи набзиш номида мешавад. Ҳаракати пирях аз ду марҳала: набзиш ва барқароршавӣ иборат мебошад. Ҳаракати забонаи пиряхҳо даврӣ буда, он дар давоми чанд сол як маротиба ба вучуд меояд. Масалан гирем, пиряхи Хирсонро, ки дар давоми 10-11 сол ва пиряхи Колка дар Кавказ дар давоми 65-70 сол як маротиба набзиш менамояд. Муқаррар карда шудааст, ки давраи набзиши ҳар як пирях фардӣ буда, аз ҳаҷм ва шароити физику ҷуғрофии атрофи он вобаста нест [6]. Сабаби умумии ҳаракати пиряхҳо ҷамъшавии ях дар шароите мебошад, ки ҷараёни он аз сабаби тангии водӣ, қабати морена, бастабандии мутақобилаи шохобҳои асосию паҳлӯӣ ва ғайраҳо ҳалалдор мешаванд. Аммо мушоҳидаҳои бевоситаи тағйирёбии механизми ҳаракат дар лаҳзаи оғози ҳаракат хело каманд ва сабабҳои набзиши забонаи пиряхҳо ҳанӯз пурра равшан карда нашудааст.

Дар солҳои охир таҳқиқоти пиряхҳои набзонӣ дар якҷанд самт гузаронида мешавад, ки онҳоро ба се гурӯҳи асосӣ тақсим кардан мумкин

аст: 1) усулҳои таҷрибавӣ; 2) усулҳои физикӣ ва моделсозии математикӣ; 3) равишҳои оморӣ.

Нишонаҳои асосии пирахҳои набзӣ: босуръат пеш рафтани забона; басташавии роҳи шохобҳои пирахҳо; паҳн шудани қисми фронталии пирах дар шакли панча; хусусияти сохти водиҳои пирахӣ, масалан гирем майдонҳои калони минтақаи ғизогирӣ ва каналҳои танги баромади ҷараёни ҷаҳ; ҷамъ шудани миқдори зиёди об дар қабати пирах; зилзилаҳои хурд, ки ба минтақаҳои кӯҳсор хос аст. Аломатҳои дигари ғаёлошавии пирахҳо, дар як вақт баланд шудани баландии сатҳи баъзе қитъаҳои пирах ва дар қисми дигар кам шудани он ва пайдоиши кӯлҳо дар қисмати забонаи пирахҳо мебошад. Зиёда аз 400 сол аст, ки пирахҳои набзони ва кӯлҳои аз пирахҳои набзони ба вуҷуд омадаро дар қаторкӯҳҳои Алп, нимҷазираҳои Скандинавия, Ҳимолой, Патагония, Исландия ва дигар ҷойҳои дигар мунтазам омӯхта мешаванд. Масалан, маълумот дар бораи набзиши пираҳи Фернагтфернер (Олмон) дар кӯҳҳои Алпи Австрияро аз соли 1599 инҷониб олимони олмонӣ меомӯзанд [4].

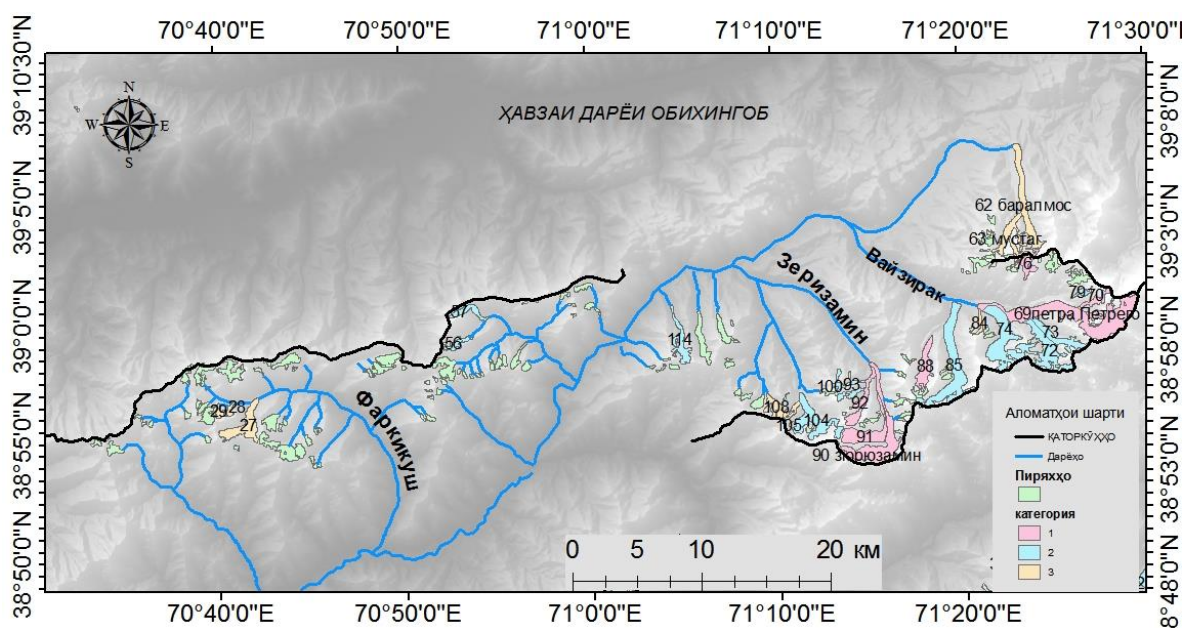
Мақсади омӯзиш - тавсифи вазъи имрӯзаи пирахҳои набзии ҳавзаи дарёи Обихингоб дар асоси маълумоти зондиронӣ - фосилавӣ.

Минтақаи омӯзиш

Дарёи Обихингоб дар баландии 2582 метр дар якҷояшавии ду сарчашма: Гармо (аз чап) ва Қирғизоб (аз рост) ба вуҷуд меояд. Аз қисмати шимоли ҳавзаи дарёи Обихингоб бо қаторкӯҳҳои Пётри Як ва аз қисмати ҷанубӣ бо қаторкӯҳҳои Дарвоз, водиҳои Панҷ ва Ванҷ маҳдуд гардидааст. Дар ҳавзаи дарёи Обихингоб зиёда аз 40-то дарёҳои хурду бузург 549-то пирах мавҷуд аст. Нахустин таҳқиқотро дар ҳавзаи дарёи Обихингоб солҳои 1897 - 1899 олим В. И. Липский гузаронд, ки мавсуф беш аз 50 пирахро муайян намуд. Солҳои 1931 - 1932 дар вақти кори экспедитсияи маҷмуи Тоҷикистони Академияи илмҳои (ИҶШС) топограф И. Г. Дорофеев дар водиҳои Қирғизоб, Гармо, Боҳуд таҳқиқоти фототеодолити гузаронида,

харитаи пирахҳои Девлохон, Гандо ва Гарморо тартиб дод, инчунин дар хамин давра К. К. Марков тавсифи морфологии пирахҳои Гармо, Вавилов, Шокальский ва Девлохонро тартиб додааст[7].

Солҳои 1969 ва 1970 аз ҷониби экспедитсияи ИГАН Феҳристи пирахҳои ҳавзаи дарёи Обихингобро ташкил намуданд. Дарозии ҳавзаи дарёи Обихингоб аз ғарб ба шарқ тақрибан 180 км, аз шимол ба ҷануб беш аз 70 км масоҳатро дар бар мегирад. Масоҳати ҳавзаи дарёи Обихингоб 6660 км² ташкил менамояд. Пирахҳои калонтарини ҳавзаи дарёи Обихингоб пирахҳои Гармо мебошад, ки калонтарин пирах дар минтақа ва яке аз муҳимтарин пирахҳо дар Осиёи Марказӣ маҳсуб мешавад. Пирахҳои дуюми калонтарини ҳавза пирахҳои Гандо мебошад, ки оби аз пирах ба дарёи Қирғизоб ҷорӣ мешавад. Сарчашмаи дигари ғизогирии дарёи пирахҳои Девлохон мебошад. Дарёҳои Гармо, Қирғизоб ва Бохуд дар дашти васеъ, дар баландии 2600 метр бо ҳам пайваستا, сипас дарёи Обихингобро ташкил медиҳанд.



Расми 1. Харитаи пирахҳои ҳавзаи дарёи Обихингоб

Тарзҳои омӯзиш

Тарзҳои муосири ба даст овардани иттилооти ибтидоӣ дар минтақаҳои баландкӯҳи Тоҷикистон барои пирахҳои аз ҷиҳати динамикӣ ноустувор мониторинги солони онҳо мебошад. Маълумот дар бораи мавқеи ҷойгиршавии пирахҳои ҳавзаи дарёи Обихингоб аз “Феҳристи пирахҳои ИҶШС” гирифта шудааст. Барои муайян намудани ҳаракати забонаи пирахҳои набзии ҳавзаи дарёи Обихингоб дар замони муосир, аз усулҳои зондиронии фосолавӣ истифода намудем. Тасвирҳои моҳвораӣ дар айни замон манбаи асосии маълумот дар бораи ҳаракати забонаи пирахҳо мебошанд. Барои омӯختани механизм ва дигар хусусиятҳои пирахҳои набзӣ аз тасвирҳои моҳворагии Landsat 4-5TM, Landsat 7 ETM+C2 L1 ва Landsat 8-9OLI, /TIRS C2 L1, Landsat 1-5 MMS C2 L1, Sentinel 2A -2021, ки тавассути сомонаи <http://earthexplorer.usgs.gov/> аз бойгонии моҳвораҳои мазкур борбардорӣ шудаанд, истифода намудем. Аз аксҳои борбардорӣ намуда дақиқ муайян карда мешавад, ки пирахҳо дар солҳои муайян набзиш намудаанд. Тасвирҳои борбардорӣ гардидаҳо дар барномаи Arcgis 10.6 гузошта, ҳаракати забонаи пирахҳо ва сарҳади пирахҳо муайян кардем.

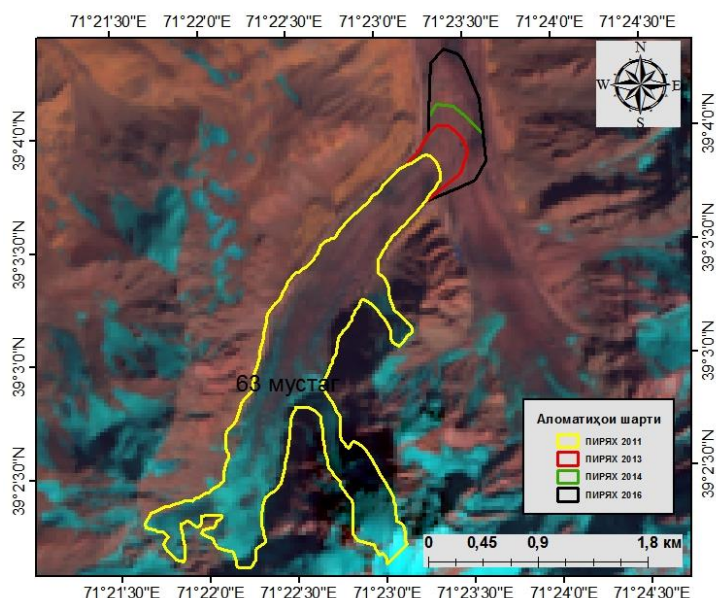
Барои омӯзиши пирахҳои набзӣ мо таҳқиқотро аз соли 1993 то соли 2022 ба инобат гирифтем. Харитаи пирахҳои ҳавзаи дарёро бо истифода аз аксҳои кайҳонии SRTM дар барномаи Arcgis 10.6 тартиб додем. Бо истифода аз усули Г. Б. Осипова пирахҳо ба гурӯҳҳои набзӣ низ ҷудо намудем [1].

Натиҷа

Пирахҳои Баралмос (№ 62). Пирахҳои набзӣ мураккаби водигии Баралмос дар натиҷаи омӯзиши пирахҳои № 62 ва № 63 ба вуҷуд омада, аз тарма ва боришоти барфӣ ғизо мегиранд. Дарозии пирах 9200 метр ва паҳноияш 570 метр буда, нуқтаи баландтарини ҷойгиршавии пирах дар баланди 5000 метр воқеъ мебошанд. Дар солҳои 1972 - 1990 суръати ҳаракати забонаи пирахҳои № 63 нисбат ба забонаи пирахҳои № 62 ғафлтар буд. Забони ҳар ду пирах бо морена пӯшида аст. Соли 1998 забонаи пирахҳои № 92 ғафл

гардида, дар натиҷаи пешравии забона кӯле, ки дар солҳои 1993 - 1994 дар забона мавҷуд буд, канда шуд. Ҳаракати забонаи пирих то соли 1999 идома ёфта, забонаи пирих дар ин солҳо ба масофаи 4000 метр пеш рафт. Аз солҳои 2002 инҷониб дар қисмати нӯти забона, қисмати мобайнӣ ва дар тарафи чапи забона кӯлҳои яхин пайдо шудаанд. Кӯлҳое, ки дар забонаи пирих мавҷуданд, дар давоми солҳо тағйир ёфта ин кӯлҳо ҳар сол масоҳаташон хурд ё калон мешавад. Таҳқиқот нишон дод, ки дар солҳои 2021 - 2022 дар забонаи пирих шумораи кӯлҳо 5-6 ададро ташкил медиҳад. Кандашавии кӯлҳо боиси ба амал омадани сел мегардад, ки метавонад ба хоҷагии халқ таъсири манфии худро расонад.

Пирихи Мустаг (№ 63) дар қисмати чапи пирихи Баралмос ҷойгир мебошад. Соли 2004 забонаи пирих ба дарозии 500 метр набзиш намуда, ғаёлшавии навбатии забона аз соли 2011 оғоз ёфта, то соли 2016 дар масофаи 1400 метр ҳаракат намудааст. Забонаи пирих дар солҳои набзиш бо забонаи пирихи Баралмос якҷоя мешавад. Суръати ғаёлшавии набзиши забонаи пирих дар соли 2011 нисбат ба соли 2004 зиёдтар мебошад.

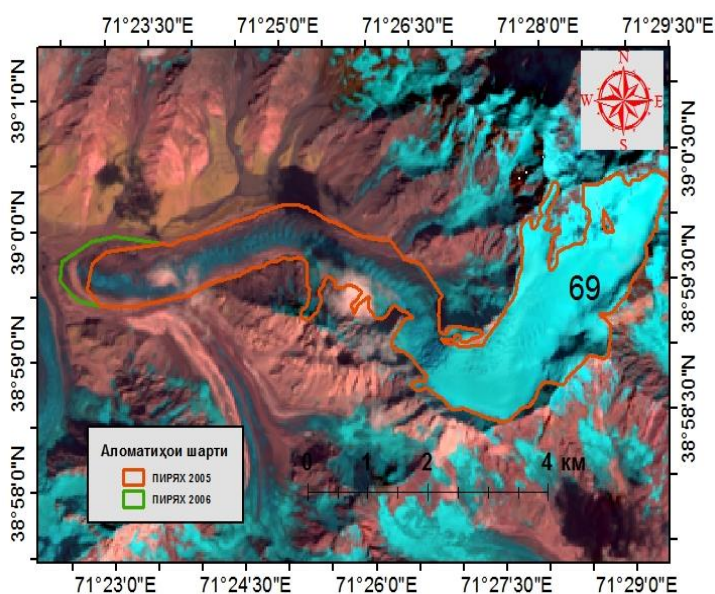


Расми 2. Набзиши забонаи пирихи № 63 (Мустаг) аз соли 2011 – 2016. Тасвир аз моҳвораи Landsat-08 аз сомонаи (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) гирифта шудааст

Пирихи набзии № 69 (Пётри Як) дар қисмати ғарбии ҳавзаи дарёи Войзираки Обихингоб ҷойгир мебошад. Нуқтаи баландтарини пирих 5500 метр ва хати фирнавии он дар баландии 4600 – 5000 метр қарор дорад.

Намуди морфологиии пирях дарахтмонанд ва минтакаи чойгиршавиаш ғарбӣ мебошад. Дар соли 1972 забонаи пирях 6 километр дарозӣ ва 800 метр паҳноӣ дошт [1].

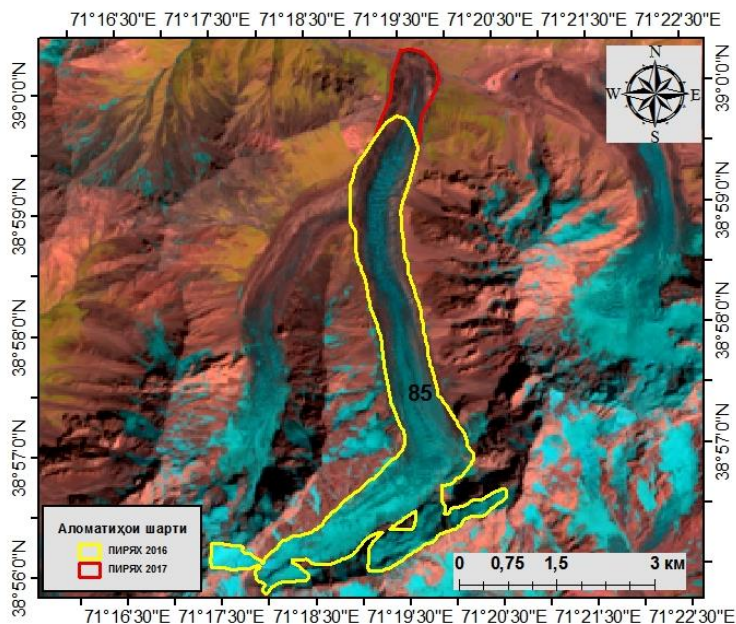
Дар тарафи чапи пиряхи Пётри Як пиряхҳои № 72, № 73 ва дар тарафи рости он бошад пиряхҳои № 70 ва № 71 бо як шохоб чойгир шудаанд. Фаъолшавии забонаи пирях сараввал дар солҳои 1972-1973 ва баъдан дар солҳои 1993 ва 2006 ба мушоҳида расид. Соли 1993 ҳангоми набзиши забонаи пирях қисмати поёни забона канда шуда ба масоҳати 840 метр ба яхи мурда табдил ёфтааст. Аз соли 1993 то соли 2004 забонаи пирях 460 метр коҳиш ёфта ва аз соли 2005 то соли 2006 забонаи пирях 1100 метр набзиш намуд.



Расми 3. Набзиши забонаи пиряхи № 69 (Пётри Як) аз соли 2005 – 2006. Тасвир аз моҳвораи Landsat - 09 аз сомонаи (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) гирифта шудааст

Пиряхи № 85 - дар қисмати шимолу шарқии ҳавзаи дарёи Войзирақ дар баландии 4000 - 4600 метр аз сатҳи баҳр чойгир мебошад. Дар рафти омӯзиш муайян гардид, ки пирях дар солҳои 1993, 2016 то 2017 ҳаракати набзони намудааст. Набзиши забонаи пирях дар соли 1993 1500 метрро ташкил медод, ки дар ин сол пирях маҷрои дарёи Войзирақро банд намуд. Фаъолшавии навбатии забонаи пирях дар соли 2016 муайян гардид, ки забонаи пирях 800 метр ба пеш ҳаракат намуд. Ҳаракати забонаи пирях то

соли 2017 идома ёфта, дар давоми ду сол пирях ба масофаи 1800 метр набзиш намуда, ки дар ин сол низ пирях маҷрои дарёи Войзиракро банд намуд. Ҳангоми басташавии маҷрои дарёҳо боиси ба вуҷуд омадани кӯлҳо мегардад, ки ин сабаби сар задани офатҳои табиӣ, ҳамзамон зарар ба хоҷагии халқ мегардад.



Расми 4. Набзиши забонаи пиряхи № 85 аз соли 2016 – 2017. Тасвир аз моҳвораи Landsat-09 аз сомонаи (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) гирифта шудааст

Пиряхи № 88. Моҳи март соли 1977 дар марҳалаи фаъолшавии ҳаракати забони пиряхи № 88 ба водии пиряхи асосӣ баромада, маҷрои дарёи Войзиракро банд мекунад. Пирях дар баландии 3440 – 4490 метр ҷойгир буда, намуди морфологияш водигӣ ва шакли ҷойгиршавии пирях шимолӣ мебошад. Ҳаракати забонаи пиряхи № 88 то моҳи декабри соли 1977 идома ёфта, дар ин давра забонаи пирях 1800 метр набзиш намудааст [2].

Ҳаракати навбатии забонаи пирях дар соли 2014 дар масофаи 1500 метр мушоҳида гардида, аз сабабе, ки дар соли 2016 забонаи ҳарду пиряхҳо дар ҳолати набзонӣ қарор доштанд, забонаи пиряхи № 88 бо забонаи пиряхи № 85 якҷоя шуданд. Аз соли 2016 дар бораи набзиши забонаи пиряхи № 88 маълумоти дақиқ ба даст оварда нашуд.

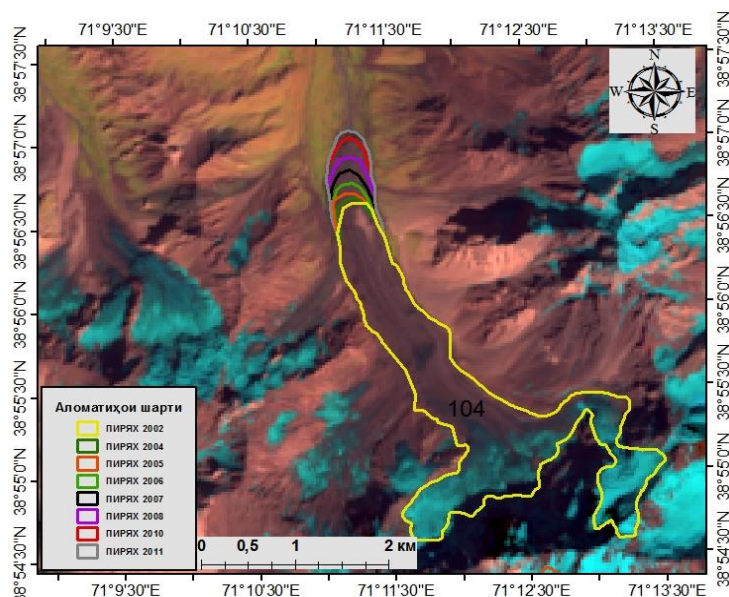
Пиряхҳои набзонӣ ҳавзаи дарёи Зеризамин

Ҳавзаи дарёи Зеризамин аз 13 пирях иборат буда, дар байни онҳо пиряхҳои № 90, № 91, № 92, № 93, № 100 пиряхҳои набзонӣ мебошанд. Пиряхҳои № 90 ва № 91 дар як забона ҷойгир буда, тобистони соли 1972 ҳаракати забонаи ин пиряхҳо оғоз ёфт ва то моҳи сентябри соли 1974 идома ёфта, ба масофаи 1,4 км забонаи пиряхҳо пеш рафтаанд. Баъди ба анҷомрасии ҳаракати забонаи пирях бо сабабҳои тағйирёбии иқлим забонаи пирях канда шуда дар масофаи 600 метр яхи мурдaro ба вучуд овардааст. Соли 1990 тамоми забонаи пирях дар марҳалаи таназзул қарор дошт. Таназзули забонаи пирях то соли 2004 идома ёфта, дар соли 2005 ҳаракати навбатии он мушоҳида гардид, ки ин ҳаракати навбатӣ то соли 2016 дарозии 2,7 километрро ташкил медод.

Дар асоси таҳлилҳои аксҳои кайҳонӣ дар давраи солҳои 1972-1973 оғози ҳаракати забонаи пиряхи № 92 ба қайд гирифта шуда буд. Дар давоми сол забонаи он 600 метр набзиш намудааст [1].

Аз соли 1993 то соли 1997 забонаи пирях дар ҳолати таназзул қарор дошта, дар соли 1998 ҳаракати забона дубора муайян гардид. Набзиши забонаи пирях то соли 2013 дар масофаи 1000 метр идома ёфтааст.

Пиряхи № 104 дар ҳавзаи дарёи Пулисангин воқеъ дар ҳавзаи дарёи Обихингоб ҷойгир мебошад. Мавқеи ҷойгиршавии пирях шимолу ғарбӣ ва намуди морфологии пирях водигии мураккаб аст. Пирях дар як забона бо пиряхҳои № 105 ва № 106 ҷойгир мебошад. Ҳаракати забонаи пирях аз соли 2002 оғоз ёфта, то соли 2011 ба масофаи 850 метр набзиш намудааст.



Расми 5. Набзиши забонаи
пиряхи № 104 аз соли 2002 – 2011.
Тасвир аз моҳвораи Landsat - 07 аз
сомонаи
(<https://earthexplorer.usgs.gov/>)
гирифта шудааст

Чадвали 1.

Пиряхҳои набзони қисмати шимолу шарқии ҳавзаи дарёи Обихингоб

| Р/Т | Рақами пирях | Категория | ΔТ | dL | Экспозитсия | Намуди морфологӣ |
|-----|-----------------|-----------|-------------------|---------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 | 57 | 3 | 1998-1999 | 300метр | Шимолу шарқӣ | Водигӣ |
| 2 | 63 | 3 | 2004 2011-2016 | 500м 1400м | Шимолу шарқӣ | Водигии мураккаб |
| 3 | 76 | 1 | 2002-2007 | 550м | Ҷанубӣ | Водигӣ |
| 4 | 79 | 2 | 2002-2004 | 130м | Ғарбӣ | Каравӣ |
| 5 | 88 | 1 | 2014 | 1600м | Шимолӣ, Шимолу шарқӣ | Водигӣ |
| 6 | 90, 91 | 1 | 2004-2016 | 2700м | Шимолӣ, шарқӣ | Водигии мураккаб |
| 7 | 92 | 1 | 1998-2013 | 1000м | Шимолу шарқ | Водигӣ, Водигии мураккаб |
| 8 | 100 | 2 | 2004-2006 | 400м | Шарқ | Водигӣ |
| 9 | 108 | 3 | 1998-1999 | 400м | Шимолу шарқӣ | Водигӣ, водигии мураккаб |
| 10 | 109* | 3 | 2005-2007 | 1000м | Шимолу шарқӣ | Водигӣ |

1- dL тағйирёбии дарозӣ; 2-ΔТ давомнокии набзиши забонаи пиряхҳо дар давоми солҳо. 3-
(*) пиряхҳои набзони нав муайян гардида

Чадвали 2.

Пиряхҳои набзони қисмати шимолӣ ҳавзаи дарёи Обихингоб

| Р/Т | Рақами пирях | Категория | ΔТ | dL | Экспозитсия | Намуди морфологӣ |
|-----|-----------------|-----------|-----------|-------|-----------------------|------------------|
| 1 | 62 | 3 | 1998-1999 | 4000м | Шимолӣ | Водигии мураккаб |
| 2 | 84 | 2 | 1998 | 600м | Шимолӣ | Водигии (овезон) |
| 3 | 85 | 2 | 2016-2017 | 3100м | Шимолӣ | Водигӣ |
| 4 | 104 | 2 | 1998-2011 | 1000м | Шимол, Шимолу ғарб | Водигии мураккаб |

1- dL тағйирёбии дарозӣ; 2- ΔТ давомнокии набзиши забонаи пиряхҳо дар давоми солҳо

Дар ҷадвали 1 пирахҳои набзони қисмати шимолу шарқи қаторкӯҳҳои Пётри якум муайян карда шудааст. Аз рӯйи таҳқиқот маълум гардид, ки ба пирахҳои набзонӣ бисёртар пирахҳое, ки мавқеи ҷойгиршавиашон шимолу шарқӣ ва намуди морфологиашон водигӣ ва водигии мураккаб аст дохил мешаванд. Таҳқиқот нишон медиҳад, ки пирахҳои № 62 (Баралмос), № 69 (Пётри як), № 74, № 88, № 85 пирахҳои нисбатан фаъоли ҳавза ба ҳисоб мераванд. Аз сабабе, ки забонаи пирахҳои № 70, № 71 бо забонаи пирахи № 69 дар якҷоягӣ ҷойгиранд аз ин рӯ набзиши забонаи пирахҳои № 70, № 71 ба таври дақиқ муайян карда нашуданд. Дар рафти омӯзиш муайян намудем, ки забонаи пирахҳои № 72, № 73, № 74 ҳамасола дар ҳолати пешравӣ қарор дошта, пирахи № 74 аз соли 1993 то соли 2022 дар масофаи 1500 метр набзиш намудааст. Суръати миёнаи ҳаракати забона дар давоми сол дар пирах аз 50-130 метрро ташкил менамояд.

Хулоса

Пирахҳои набзии ҳавзаҳои дарёҳои Фарқикуш, Рангов, Войзирак, Карашу, Зеризамин, Пулисангин, Шаклисуи ҳавзаи дарёи Обихингобро ба 3 гурӯҳи набзонӣ ҷудо намудем:

1. Пирахҳое, ки давраи ҳаракати забонаашон аз 5-то 10 солро дар бар мегиранд, дар мисоли пирахҳои набзони Зеризамин, Баралмос ва пирахи набзони Пётри як, ки давраи набзиши забонаи пирахҳо аз панҷ сол ҳам зиёдтар идома меёбад.

2. Пирахҳое, ки забонаи онҳо ҳамасола дар ҳолати набзиш қарор доранд, масалан маҷмуи пирахҳои № 72, № 73, № 74 ки қариб ҳамасола забонаи пирахҳо дар ҳолати пешравӣ қарор дорад. Баъзе аз ин гурӯҳи пирахҳо ҳосияти дохилии набзонӣ доранд.

3. Пирахҳое, ки набзиши забонаи онҳо дар давоми 20 - 25 сол як маротиба ба амал омада ва масофаи набзиши онҳо то 1000 – 1500 метрро дар бар мегирад.

Дар рафти омӯзиш пирахҳои набзони навро муайян намудем, ки яке аз онҳо пирахии набзони № 109 ба ҳисоб меравад, ки ин пирах ба гурӯҳи пирахҳои набзони ҳавзаи дарё қайд нагардида буд. Набзиши забонаи пирах дар соли 2005 муайян гардид. Дар ин давра забонаи пирах ба масофаи 1000 метр набзиш намудааст. Аз рӯйи таҳқиқот пирахро ба гурӯҳи сеюми пирахҳои набзонӣ дохил намудем. Набзиши забонаи пирах баъд аз соли 2007 инчониб мушоҳида нашудааст.

Пирахии набзони № 57 дар солҳои 1998 - 1999 дар масофаи 300 метр набзиш намудааст. Баъд аз соли 2004 то соли 2014 дар забонаи пирах набзишҳои хурд ба қайд гирифта шудаанд. Пирах дар ҳавзаи дарёи Рангов воқеъ дар ҳавзаи дарёи Обихингоб ҷойгир буда, мавқеи ҷойгиршавии пирах шимолу шарқӣ ва намуди морфологии пирах водигӣ мебошад.

Муҳокима

Ҳар сол дар ҳавзаи дарёи Обихингоб даҳ пирах дар марҳалаи фаъоли ҳаракат қарор доранд. Набзиши забонаи пирахҳо одатан 3-5 сол ва дар баъзе мавридҳо то ҳафт сол давом мекунад. Таҳқиқот нишон доданд, ки дар ҳавзаи дарёи Обихингоб 116 пирахии набзонӣ мавҷуд аст, ки аз ин пирахҳои № 109, № 155, № 216, № 247, № 248, № 330, № 353, № 379 ба гурӯҳи пирахҳои набзонӣ қайд нагардида буданд. Набзиши забонаи пирах маҷрои дарёҳоро банд карда, сабаби пайдошавии кӯл мегардад, ки баъзеи онҳо хатари офатҳои табииро ба миён меоранд. Дар мисоли пирахии № 85 ки дар солҳои 1993 ва 2017 маҷрои дарёи Войзиракро баста буд. Ҳангоми басташавӣ маҷрои дарёҳо боиси пайдошавии кӯлҳои яхӣ мегардад. Дар натиҷаи набзиш масоҳати майдони ҷойгиршавии пирах зиёд мегардад, аммо массаи умумии пирах бошад тағйир намеёбад. Дар давраи омӯзиш муайян намудем, ки пирахҳои № 27, № 28, № 29, № 56, № 93, № 105, 106 ва № 114, ки пирахҳои набзии ҳавза ба ҳисоб мераванд, аммо пирахҳо дар ҳолати муқаррарӣ қарор дошта, дар забонаи пирахҳо умуман ҳолати набзонӣ ба қайд гирифта нашуд.

Адабиёт

1. Г. Б. Осипова, Д. Г. Цветков, А. С. Щетинников, М. С. Рудаков «Каталог пульсирующих ледников Памира». Гляциологическая ассоциация Москва, 1998г. С. 1-134.
2. В. М. Котляков, Л. В. Десинов, С. Л. Десинов, В. А. Рудаков “Подвижки ледников Памира в 2020 году”. Лёд и Снег Том 61, № 3 (2021).
3. Г. Б. Осипова, Д. Г. Цветков “Что дает мониторинг пульсирующих ледников”. «Природа». 2003. № 4. С. 3-13.
4. С. М. Говорушко “Ледники и их значение для человеческой деятельности”. Вестник ДВО РАН. 2006. № 6. С-11.
5. В. М. Котляков “Как на месте «белого пятна» в центре Памира были открыты крупнейший ледник и высочайшая вершина”. Лёд и Снег №2 (126) Москва 2014 г. С. 129-138.
6. В. М. Котляков, О. В. Рототаева, Г. А. Носенко, Л. В. Десинов, Н. И. Осокин, Р. А. Чернов “Кармадонская катастрофа: что случилось и чего дальше” 2014г. С-185.
7. Каталог ледников СССР.- том 14 Средний Азия.-Выпуск 3. Амударья.- Часть 9. Бассейн реки Обихингоу- Гидрометеиздат, 1978 г. С-5.
8. В. М. Котляков, О. В. Рототаев, Н. И. Осакин. “Пульсирующие ледники и ледниковая катастрофа в Северном Кавказе”. Вестник-том 4. № 3 2004 г. С. 65-71.

А. К. КАЮМОВ, Х. САИДЗОДА, Х. К. КАБУТОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПУЛЬСИРУЮЩИХ ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ОБИХИНГОВ МЕТОДИКАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников
Национальной академии наук Таджикистана»*

Для определения пульсирующих ледников бассейна реки Обихингоб использовались спутниковые снимки Landsat 5 (TM), Landsat 7 (ETM+), Landsat 8 (OLI), Sentinel 2a MSI и программа Arcgis10.6. В результате космических снимков каждый год мы получаем новую информацию для изучения ледников, а изучение снимков позволяет определить новое движение ледников в отдаленных и труднодоступных районах Таджикистана. Полученные результаты показывают, что в бассейне реки Обихингоб насчитывается 116 пульсирующих ледников. Целью проведения научных исследований является определение состояния ледников в бассейне реки Обихингоб в период с 1990 по 2022 годы.

Ключевые слова: пульсирующие ледники, озера, стихийные бедствия, река Обихингоб, запруживание рек.

A. K. KAYUMOV, KH.SAIDZODA, KH. K. KABUTOV.

STUDYING OF THE OBIHINGOB BASIN RIVER SURGES GLACIERS BY REMOTE SENSING METHOD

*State Scientific Institution "Center for the study of glaciers
of the National academy of sciences of Tajikistan"*

Landsat 5 (TM), Landsat 7 (ETM+), Landsat 8 (OLI), Sentinel 2a MSI and Arcgis10.6 software were used to identify surging glaciers in the Obikhingob catchment. As a result of remote images, every year we receive new information for the study of glaciers, and the study of images allows us to determine the new movement of glaciers in remote and hard-to-reach areas of Tajikistan. The results obtained show that there are 116 surging glaciers in the Obi Khingob catchment. The purpose of scientific research is to determine the state of glaciers in the Obikhingob catchment in the period from 1990 to 2022.

Key words: surging glaciers, lake, natural disaster, river Obikhingob, damming of rivers.

УДК: 551.324.43

А. К. КАЮМОВ, У. А. АМИРОВ, Х. К. КАБУТОВ, Х. Д.
НАВРУЗШОЕВ¹

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ПЛОЩАДИ ЛЕДНИКОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ДАРАЙ НУРХУН, ДАРАЙ ШИТХАРВ, САРЫ ШИТХАРВ

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной
академии наук Таджикистана»*

Аннотация: Проведено сравнение площадей бассейне ледников рек Дарай Нурхун, Дарай Шитхарв и Сары Шитхарв установленных по космическим снимкам Landsat 1994г., с площадями этих ледников в Каталоге ледников СССР, определённым по аэрофотоснимкам 1968 г. Данная работа посвящена анализу динамики оледенения ледников в результате 12-летнего цикла исследований. По спутниковым данным Landsat – 7, 1994 г. установлено, что изучаемые нами ледники по сравнению с Каталогом ледников СССР 1968 г. потеряли 10,097 км² или 31,1%. По данным Каталога ледников СССР, в бассейне ледников рек Дарай Нурхун, Дарай Шитхарв, Сары Шитхарв зафиксировано (без учёта ледников меньше 0,1 км²) 16 ледников общей площадью 32,4 км². Результаты дешифрования снимков Landsat -/5/8 показали, что к 1994- 2019 гг. количество ледников увеличилось до 20, а общая площадь уменьшилась на 2,289 км² или 11,3%. Это связано с распадом ледников № 188, 194 196, и 201 (рис 3, 4, 5, 6) образовались два и три новых ледника. В процессе деградации, крупные ледники распадаются на мелкие, часто морфологического типа, что приведет к увеличению количества ледников. Это связано с распадом ледников № 188, 194 196, и 201 (рис 3, 4, 5, 6) образовались два и три новых ледника.

Ключевые слова: дистанционные зондирование, деградация ледника, изменение площади, реки Дарай Нархун, Дарай Шитхарв, Сары Шитхарв.

Введение

Роль ледников в географической оболочке Земли очень велика, и они оказывают большое влияние на рельеф, климат и погодные условия. По данным International Ice Melt Analysis, Земля потеряла 28 триллионов тонн

¹ Адрес для корреспонденции: профессор Каюмов Абдулхамид Каюмович, Амиров Умед, 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, проспект Рудаки 33, Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: abdkaumov@mail.ru

льда в период с 1994 по 2017 год, этого достаточно, чтобы покрыть всю Великобританию слоем льда толщиной 100 метров [1].

В 20-х годов прошлого века началась эпоха изучения ледников Таджикистана. С этой целью в 1928 - 33 годах была создана в Академии наук СССР таджикско-памирская экспедиция [2]. Памир — крупнейший район современного оледенения в Центральной Азии, его площадь составляет почти 7900 кв² что в 3,5 раза превышает площадь оледенения Кавказа и по последним данным количество ледников Памира составляет более 5,5 тыс. Или 60% от общего ледников, республики, а их общая площадь превышает 6400 кв. км. [3]. С конца 1970-х годов по 2001 год на восточном Памире у ледников выявилась тенденция к быстрому оледенению площади ледников, которая за период 1978-1990 годов сократилась на 7,8% и на 11,6% в 1990-2001 гг. [4]. Бассейн верховьев р. Пянджа выше устья р. Гунта, которая расположена на юго-западе Памира, относится к числу малоизученных районов. Всего в бассейне верховьев р. Пянджа выше устья р. Гунта в пределах территории СССР выделен 451 ледник общей площадью 383,4 км² и 51 ледник обладает размерами 0,1 км каждый и общей площадью 2,9 км². Общий объем льда, содержащегося в ледниках региона, составляет 17,11 км³. Его большая часть (49,8%) принадлежит ледникам южного склона хребта Шахдара. На остальных хребтах объем льда распределяется следующим образом: Ишкашимский - 31,7, Ваханский - 16,8 и Южно-Аличурский - всего 1,7% от общего объема льда [5].

Район исследований

Шархдаринский хребет расположен на Юго-Западном Памире, расположенном на территории Таджикистана и является частью водораздела между рекой Пяндж и крупным левым притоком Гунты - рекой Шахдара. На западе, в районе перевала Леси Украинки, он смыкается с восточным отрогом Ишкашимского хребта. Граница между хребтами проходит по долинам рек Бодомдара на севере и Дарай Даршай на юге. На востоке

перевал Мац отделяется от Южно-Аличурского хребта. Линия водораздела хребта Шахдара очень извилиста. При расстоянии между перевалами Маца и Леси Украинки в 88 км длина хребта составляет 125 км. Средняя высота хребта составляет 5450 м, а самыми высокими вершинами хребта Шахдара являются пик Карла Маркса (6723), пик Таджикистана (6565), пик Энгельса (6507).

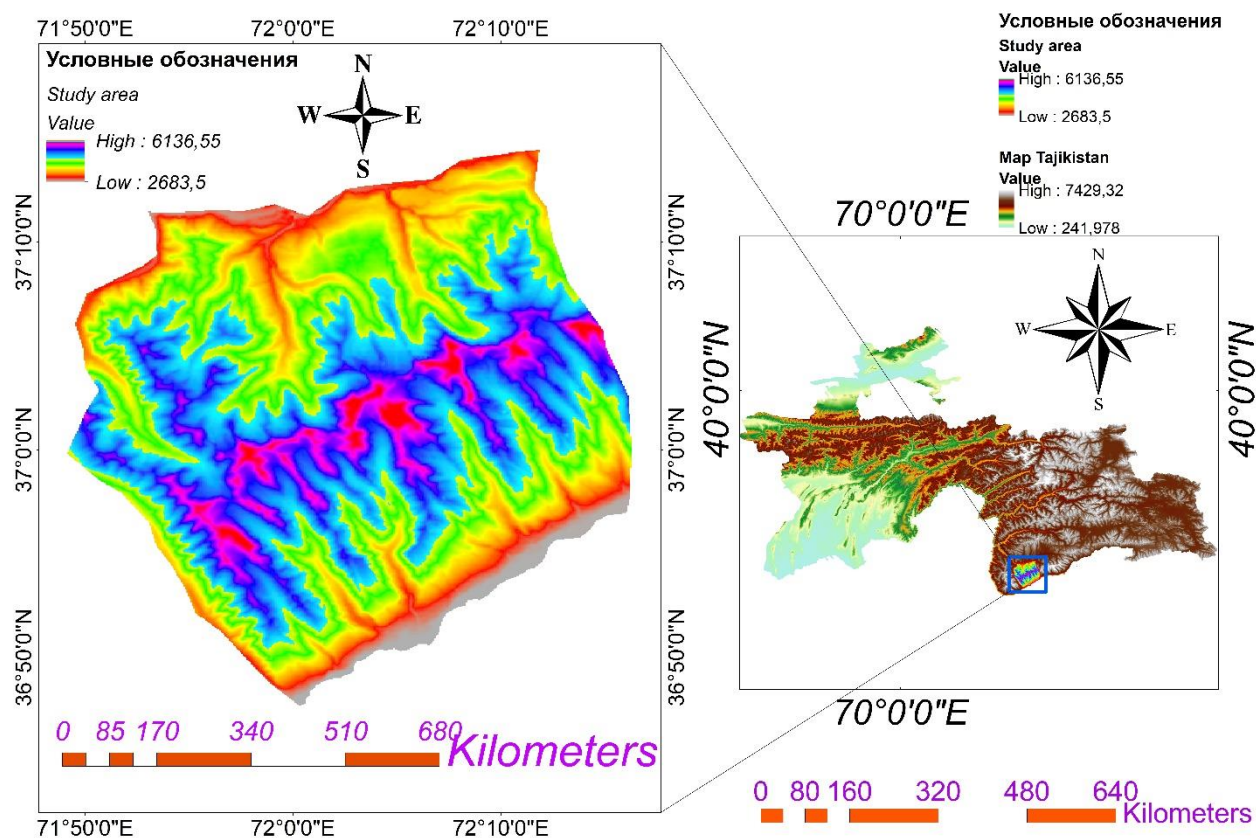


Рис. 1. Макет карта района исследований

Южный склон хребта глубоко рассечен узкими ущельями, его относительная высота над долиной Пянджа достигает 4000 м (высота долины Пянджа колеблется от 2700 м до 2800 м). Вдоль подножия северного склона хребта тянется широкая ровная поверхность, плавно наклоненная к долине реки Шахдара. Снежные вершины и скалистые вершины главного водораздела возвышаются над этой поверхностью. В Шахдаринском хребте насчитывается около 311 ледников общей площадью 269 кв. км. Оледенение южного склона почти в два раза больше, чем северного, и ледники на нем

крупнее. На южном склоне насчитывается 130 ледников общей площадью 171,2 кв. км. Самые большие протяженные границы и сложные долинные ледники расположены в непосредственной близости от пиков Карла Маркса и Энгельса. [6]. Район наших исследований является притоком ледников бассейнов рек Дарай–Нурхун, Дарай-Шитхарв, Сарышитхарв, которые расположены в хребте Шахдара.

Методы исследования

Благодаря высокой концентрации оледенения ледников и наличию большого числа динамически неустойчивых ледников в регионе Памира, он удобен для разработки программ и проведения космического мониторинга – много безоблачных дней, и это важно для использования спутниковые снимки [7]. Для анализа состояния площади ледников мы использовали мультиспектральные снимки, которые имеют панхроматические снимки в формате GeoTIFF. Мультиспектральные снимки позволяют нам использовать различные варианты синтеза цвета для визуальной и автоматизированной интерпретации деградации ледников. На данный момент наиболее распространенные объемы данных спутников снимков среднего разрешения обеспечиваются спутниками Landsat-5 (радиометр TM), Landsat-7 (радиометр ETM+). Пространственное разрешение космических снимков 15-30 м. Середина августа и конец сентября – наиболее удачный сезон для дешифрирования спутниковых снимков. Именно в этот сезон лед освобождается от сезонного снега. При анализе снимка использовалась уникальная компьютерная программа GOOGLEEARTH, имеющая возможность масштабирования в широком диапазоне, трехмерную визуализацию, вращение на 360 градусов, изменение наклона, поверхность, отображение географических координат и абсолютных высот произвольных точек на экране компьютера [8]. Наиболее значительные формы рельефа ледникового происхождения имеют морены, кары и цирки троговые долины. Кары хорошо дешифрируются главным образом по степени или затененности склонов и по расположенным в них ледникам и снежникам, которые в

комбинации каналов SWIR-NIR-RED имеют ярко-синий цвет. [9] Мы сопоставили ледники с приведенными в Каталоге ледников СССР и оценили деградацию площади ледников за годы, прошедшие с момента составления Каталога для этого района.

Картирование ледников основано на интерактивной интерпретации путем обвода ледников вдоль линии в программе ArcGIS 10.5 и нумерации изучаемых ледников в соответствии с Каталогом ледников СССР [10]. Для визуализации мы получили снимки с сайта Геологической службы США (USGS) через сервис Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov>) и орторектифицированы в картографической проекции UTM и в системе координат «WGS 84» (зона 43). Для сравнения контуров ледников за разные даты рассматриваемые районы исследований позволили достоверно определить границы ледников, а векторизация контуров ледников выполнялась вручную по растровой подложке [11].

Результаты исследований

| № | Общая экспозиция | Морфологический тип | S ₁₉₆₈ | S ₁₉₉₄ , км ² | S ₂₀₁₉ , км ² | ΔS(1994-2019) | В% к 2019 г. | ΔS(1968-1994) | В% к 1994 г. |
|-------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 186 | ЮВ | Долинный | 1,9 | 1,766 | 1,529 | -0,237 | - 13,4% | -0,134 | -7,0% |
| 187 | С | Карово-висячий | 0,2 | 0,179 | 0,127 | -0,052 | - 29,0% | -0,021 | - 10,5% |
| 188/1 | (ЮВ), СВ, (ЮВ) | Сложный долинный | 5,6 | 5,15 | 3,007 | -0,367 | -7,1% | -0,45 | -8,0% |
| 188/2 | | | | | 1,776 | | | | |
| 189 | В | Кулуаров | 0,2 | 0,26 | 0,198 | -0,062 | - 23,8% | 0,06 | 1,0% |
| 190 | СВ | Карово-долинный | 0,4 | 0,452 | 0,398 | -0,054 | - 11,9% | 0,052 | 13% |
| 191 | СВ, (В) | Карово-долинный | 0,8 | 0,768 | 0,704 | -0,064 | -8,3% | -0,032 | -4% |
| 192 | Ю | Долинный | 1,3 | 1,277 | 1,029 | -0,248 | - 19,4% | -0,023 | -1,7% |
| 193 | ЮВ | Висячий | 0,2 | 0,146 | 0,114 | -0,032 | - 21,9% | -0,054 | -27% |
| 194/1 | (В), ЮВ | Сложно долинный | 3,1 | 2,732 | 0,574 | -0,421 | - 15,4% | -0,368 | - 11,8% |
| 194/2 | | | | | 1,737 | | | | |
| 195 | ЮВ | Долинный | 3,8 | 1,193 | 1,049 | -0,144 | - 12,0% | -2,607 | - 68,6% |
| 196/1 | ЮВ | Сложно долинный | 3,2 | 2,617 | 2,203 | -0,276 | - 10,5% | -0,583 | - 18,2% |
| 196/2 | ЮВ | Сложно - долинный | | | 0,138 | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------|----|-----------|------|--------|--------|--------|----------|---------|----------|
| 197 | СВ | Склоновый | 0,9 | 0,62 | 0,523 | -0,097 | - 15,6% | -0,28 | - 31,1% |
| 198 | ЮЗ | Висячий | 0,2 | | | | | | |
| 199 | Ю | Висячий | 0,2 | 0,026 | 0,016 | -0,01 | - 38,4% | -0,174 | -87% |
| 200 | В | Склоновый | 1,0 | 0,328 | 0,304 | -0,024 | -7,3% | -0,672 | - 67,2% |
| 201/1 | Ю | Долинный | 9,4 | 0,495 | 0,467 | -0,201 | -4,1% | -4,611 | - 49,0% |
| 201/2 | | | | 0,522 | 0,427 | | | | |
| 201/3 | | | | 3,772 | 3,694 | | | | |
| Всего: 16 | | | 32,4 | 22,303 | 20,014 | -2,289 | - 11,3 % | -10,097 | - 31,1 % |

По данным Каталога ледников СССР, в бассейне ледников рек Дарай Нурхун, Дарай Шитхарв, Сары Шитхарв зафиксировано (без учёта ледников меньше 0,1 км²) 16 ледников общей площадью 32,4 км². Результаты дешифрования снимков Landsat -/5/8 показали, что к 1994- 2019 гг. количество ледников увеличилось до 20, а общая площадь уменьшилась на 2,289 км² или 11,3%.

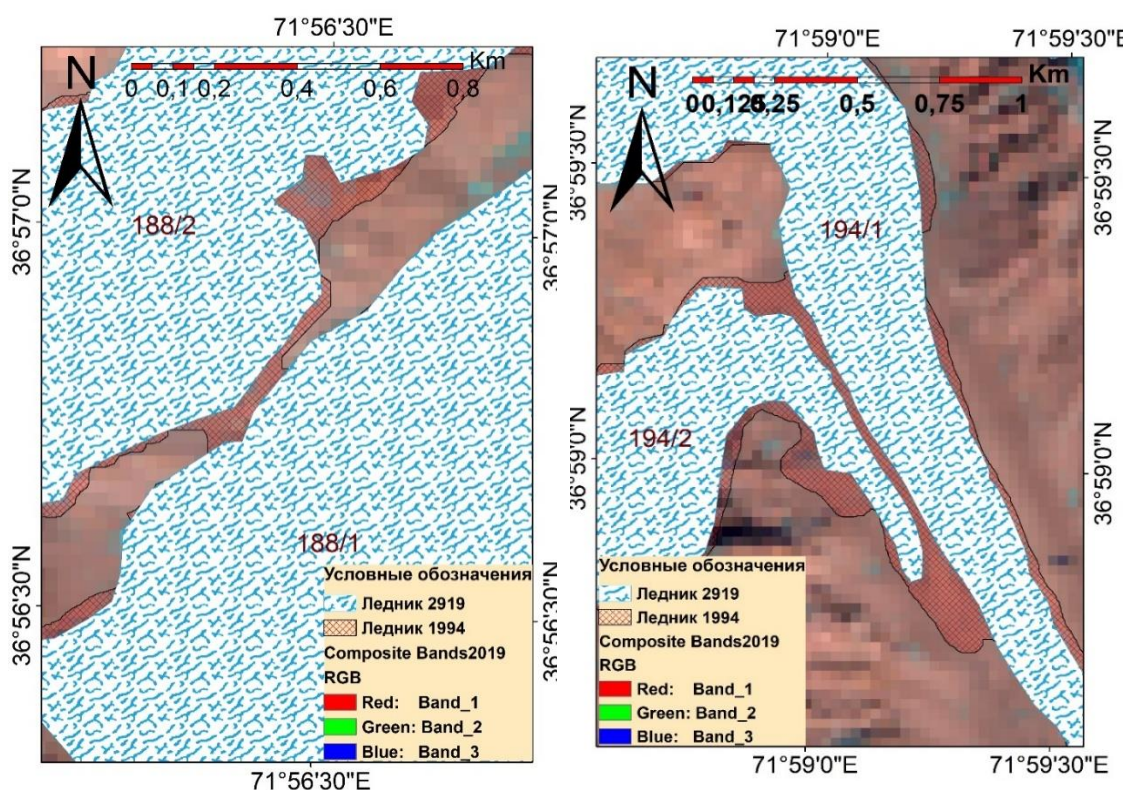


Рис. 2 – 3. Из-за сильной деградации ледники 188 и 194 разделились на две части

Это связано с распадом ледников № 188, 194 196, и 201 (рис 2, 3, 4, 5) образовались два и три новых ледника. В процессе деградации, крупные ледники распадаются на мелкие, часто морфологического типа, что приведет к увеличению количества ледников [12]. В приведенной таблице Каталога ледников СССР 1968 г. общая площадь ледника №188 составляет 5,5 км², ледника №194 – 3,1 км², ледника №196 – 3,2 км², ледника № 201 – 9,4 км². После дешифрирование спутниковых снимков Landsat 5/8 стало известно, что общие площади, образовавшие новые ледники: ледник № 188/1 – 1,3007 км², ледник 188/2 – 1,776 км², ледник № 194/1 – 0,574 км², ледник № 194/2 – 1,737 км², ледник № 196/1 – 2,203 км², ледник № 196/2 – 0,138 км². По результатам обработки снимков Landsat - 8 в результате деградации ледника №201 на этом бассейне образовались три новых ледника, а ледник № 198 полностью исчез. В Каталоге ледников СССР общая площадь ледника № 201 составляет 9,4км², а по результатам анализа спутниковых данных Landsat – 5/-8 1994 – 2019 гг. площади фрагментации ледника: ледник 201/1 – 0,495 км²- 0,467 км², ледник 201/2 – 0,522км²– 0,427 км², ледник № 201/3 – 3,772 км² – 3,694 км². По данным Катаолга ледников СССР, ледники № 188 и 194 покрыты моренами и площадь закрытой части составляет 6,1 км² и 3,3 км², открытая часть ледника - 5,6 км² и 3,1 км². По данным Каталога ледников СССР, ледники № 188 и 194 покрыты моренами и площадь закрытой части составляет 6,1 км² и 3,3 км², открытая часть ледника - 5,6 км² и 3,1 км².

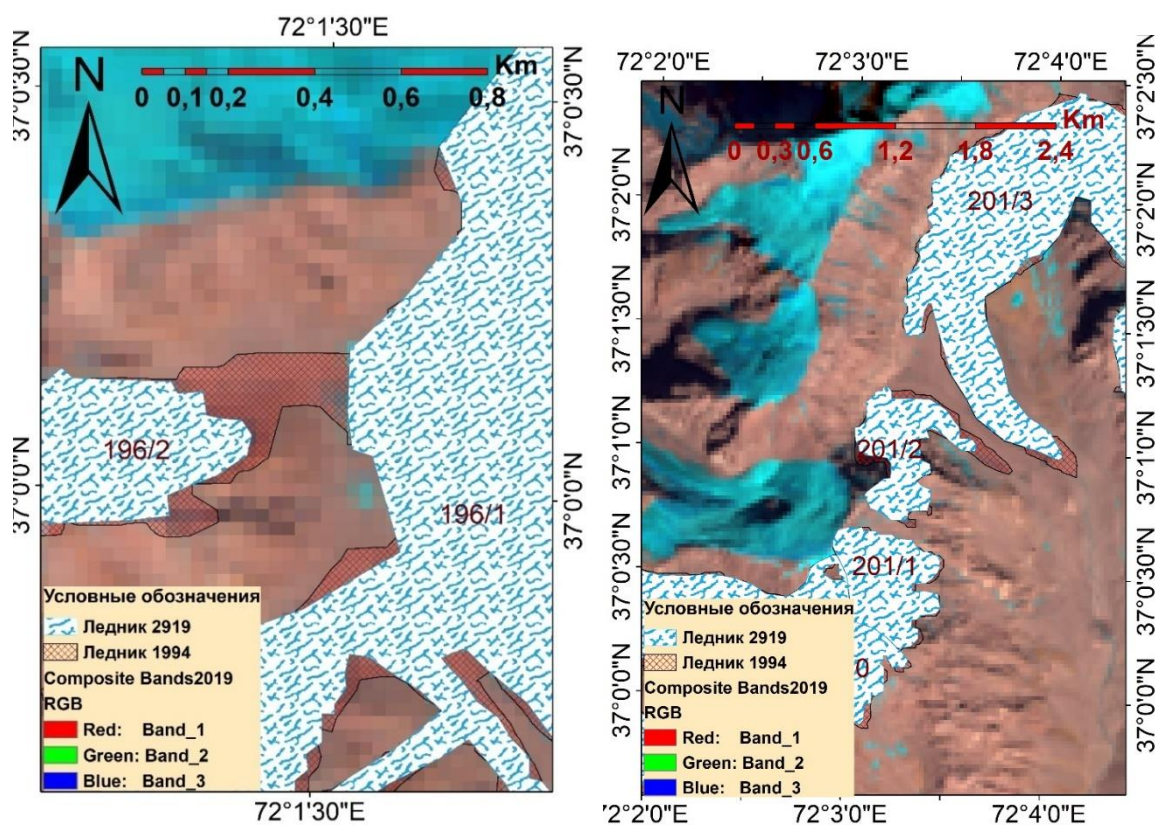


Рис. 4 – 5. Из-за сильной деградации ледники 196 и 201 разделились на две и три части

Под ледниками № 188, 192 и 196 происходит жидкий сток, и это происходит потому что, эти ледники теплые или умеренные. В теплых ледниках ниже уровня сезонных колебаний температуры, на глубине нескольких, температура льда в них остается на точке плавления. Точка или температура плавления – это температура, при которой твердое вещество превращается в жидкость при нормальном атмосферном давлении (101 325 Па или 760 мм. . рт. ст.). По спутниковым данным Landsat – 7, 1994 г. установлено, что изучаемые нами ледники по сравнению с Каталогом ледников СССР 1968 г. потеряли 10,097 км² или 31,1%. Как наблюдается всякие, долинные и склоновые типы ледники потеряли большую часть или 52,4% своей площади от общей площади данного бассейна.

Выводы

Погрешность картирования ледников на снимках среднего разрешения (около 30 м/пиксель) увеличивается с уменьшением размера и для небольших ледников (менее 0,5 км²) может превышать 25%. В основном это связано с неправильной классификацией небольших снежников [13]. По морфологическим типам (рис. 6) ледники: долинные - 4 (25%), склоновые 2 (12,5%), висячие - 3 (18,75%), карово-висячие - 1 (6,25%), комплексно-долинные - 3 (18,75%), карово-долинные - 2 (12,5%), кулуаров - 1 (6,25%).

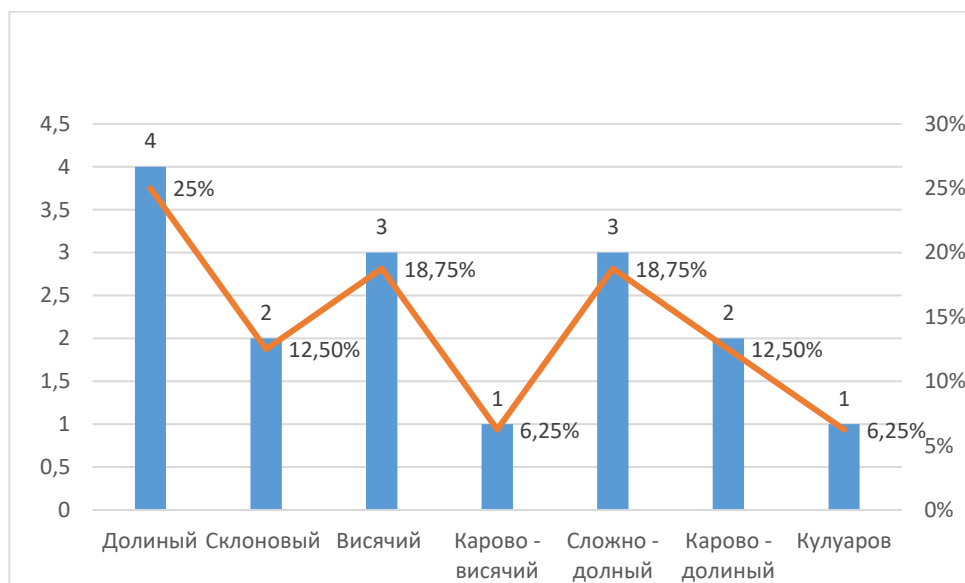


Рис. 7. Морфологический тип ледников

Как показано на диаграмме, 3/8 - ледников по своему морфологическому типу относятся к висячему и сложно - долинному типу, 1/4 - к долинному типу, 1/8 - к карово-висячему и кулуарному типу и 1/4 - к склоновому и карово-долинному типу. Ледники по экспозиции распределены в следующем порядке: северная – 1 (6,7%), восточная – 2 (13,3%), южная – 3 (20%), юго – восточная – 4 (26,7%), (юго- восточная), северо - восточная, (юго - восточная) – 1 (6,7%), северо – восточная – 2 (13,3%), (восточная), юго – восточная – 1 (6,7%), северо - восточная (восточная) – 1 (6,7%).



Рис.8. Изменение площади ледников в зависимости от экспозиции за период 1994-2019 гг.

По спутниковым данным Landsat – 7 в 1994 – г. установлено, что площади ледников 189 и 190 увеличились на 0,26 км² и 0,452 – км², т.е. на 23,8% и 11,9%, по сравнению с Каталогом ледников СССР. Увеличение площади названных ледников связано с возможностью выпадения большого количества осадков и низкой температуры летом. Как стало известно, что в начале XXI – го века оледенение ледников резко ускорилось, и может свидетельствовать о том, что к концу XX- го века их нижние части слали тоньше. В результате повышение температуры летом и деградация поверхности за счёт абляции привело к большому масштабному вытягиванию элементов подлёдного рельефа и фрагментации ледников (рис. 3, 4, 5, 6) [14].

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пещеров. Ю. Г. Метеорологическое изучение таяния льдов методом спутникового мониторинга. Международный научно-исследовательский журнал №2 (116). Часть 1. С. 89 – 94
2. Каюмов, А. Деградация оледенений и оценка её влияния на развитие гидроэнергетики Таджикистана / А. Каюмов, Х. О. Арифов //

Таджикистан и современный мир. – 2020. – № 3(71). – С. 147-155. – EDN BIVQGJ.

3. Мухаббатов, Х. М. Водные ресурсы Таджикистана и проблемы водопользования в Центральной Азии / Х. М. Мухаббатов // Проблемы постсоветского пространства. – 2016. – № 3(9). – С. 29-45. – EDN XCDJQB.

4. Куровская В. А. и др. Реакция высокогорных озер западного Памира на изменение климата (на примере озера Варшезкуль Нижнее, Горно-Бадахшанская автономная область, Таджикистан) //Геоморфология. – 2021. – Т. 52. – №. 3. – С. 90-104.

5. Каталог ледников СССР. Том 14. Бассейны правых притоков р. Пянджа между устьями р. Язгулема, Бартанга и Гунта. Ленинград, гидрометеиздат 1980. С. 14, 20.

6. Шести тысячники Шахдаринского хребта. Андрей Лебедев.
Режим доступа и дата обращения

7. Котляков, В. М. Космический мониторинг пульсирующих ледников Памира / В. М. Котляков, Г. Б. Осипова, Д. Г. Цветков // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2008. – № 4. – С. 74-83. – EDN JJRMVB.

8. Десинов, Л. В. Дистанционный мониторинг многолетнего режима оледенения Памира / Л. В. Десинов, В. Г. Коновалов // Материалы гляциологических исследований. – 2007. – № 103. – С. 129-133. – EDN OYDIZP.

9. Шихов А. Н. и др. Разработка учебного пособия по тематическому дешифрированию космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения //Цифровая география. – 2020. – С. 211-213.

10. Наврузшоев Х. Д. Деградация ледников южного склона Рушанского хребта по космическим снимкам и Каталогу ледников СССР //Известия АНРТ. – 2020. – №. 4 (181). – С. 137.

11. Усманова З. С. Оценка изменений ледников бассейна реки Текес (Китайская часть бассейна реки Или) по данным космического мониторинга // Гидрометеорология и экология. – 2013. – №. 1 (68). – С. 73-82.

12. Fischer M. et al. The new Swiss Glacier Inventory SGI2010: relevance of using high-resolution source data in areas dominated by very small glaciers // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. – 2014. – Т. 46. – №. 4. – С. 933-945.

13. Муравьев А. Я. Сокращение ледников северной части Срединного хребта на Камчатке в период с 1950 по 2016–2017 гг // Лёд и Снег. – 2020. – Т. 60. – №. 4. – С. 498-512.

А. Қ. ҚАЮМОВ, У. А. АМИРОВ, Х. Қ. КАБУТОВ,
Ҳ. Д. НАВРУЗШОЕВ

АРЗЁБИИ ТАҒЙИРЁБИИ МАСОҲАТИ ПИРЯХҲО ДАР ҲАВЗАИ ДАРЁҲОИ ДАРАИ НУРХУН, ДАРАИ ШИТХАРВ, САРИ ШИТХАРВ

***Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзишии пирахҳои Академияи
миллии илмҳои Тоҷикистон»***

Масоҳати ҳавзаҳои пирахҳои дарёҳои Дарай Нурхун, Дарай Шитхарв ва Сари Шитхарв, ки аз аксҳои моҳвораии Ландсат соли 1994 муайян карда шудаанд, бо майдони ин пирахҳо дар Феҳристи пирахҳои ИҶШС, ки аз рӯи аксҳои кайҳонии соли 1968 муайян гардидаанд, муқоиса карда шуданд. Ин мавод ба таҳлили динамикаи пирахҳо дар натиҷаи цикли таҳқиқоти 12-сола бахшида шудааст. Тибқи маълумоти моҳвораии Ландсат - 7, 1994, муайян карда шуд, ки пирахҳои аз ҷониби мо омӯхта шуда дар муқоиса бо Феҳристи пирахҳои ИҶШС дар соли 1968 10,097 км² ё 31,1 % аз даст додаанд. Мувофиқи маълумоти Феҳристи пирахҳои ИҶШС дар ҳавзаи дарёҳои Дарай Нурхун, Дарай Шитхарв, Сари Шитхарв 16 пирах бо масоҳати умумии 32,4 км² (ба истиснои пирахҳои камтар аз 0,1 км²) ба қайд гирифта шудаанд. Натиҷаҳои рамзгузори Landsat - / 5/8 аксҳо нишон доданд, ки дар солҳои 1994-2019 миқдори пирахҳо ба 20 адад расид, масоҳати умумии онҳо 2289 км² ё 11,3 % кам шуд. Сабаби ин дар натиҷаи ба қисмҳо ҷудо шудани пирахҳои № 188, 194 196 ва 201 ду ва се пирахҳои нав ба вуҷуд омадаанд.

Калидвожаҳо: ташхиси фосилавӣ, таназзули пирахҳо, тағирёбии минтақа, дарёҳои Дарай Нархун, Дарай Шитхарв, Сари Шитхарв.

A. K. KAYUMOV, U. A. AMIROV, KH. K. KABUTOV,
H. D. NAVRUZSHOEV

**ESTIMATES OF CHANGES IN THE AREA OF GLACIERS IN THE
GLACIER BASIN OF THE DARAI NURKHUN, DARAI SHITKHARV,
SARY SHITKHARV RIVERS**

*State Scientific Institution "Center for the Study of Glaciers of the National Academy of
Sciences of Tajikistan"*

Abstract: *The areas of the glacier basins of the Darai-Nurkhun, Darai-Shitkhav and Sary Shitkhav rivers, determined from Landsat satellite images of 1994, were compared with the areas of these glaciers in the USSR Glacier Catalog, determined from satellite image of 1968. This work is devoted to the analysis of the dynamics of glaciation of glaciers as a result of 12-year research cycle. According to satellite data Landsat - 7, 1994, it was established that the glaciers studied by us, in comparison with the USSR Glacier Catalog of 1968, lost 10.097 km² or 31.1%. According to the USSR Glacier Catalog, in the glacier basin of the Darai-Nurkhun, Darai-Shithav, Sary Shithav rivers, 16 glaciers with a total area of 32.4 km² were recorded (excluding glaciers less than 0.1 km²). The results of decoding Landsat - / 5/8 images showed that by 1994-2019. the number of glaciers increased to 20, while the total area decreased by 2.289 km² or 11.3%. This is due to the collapse of glaciers No. 188, 194 196, and 201 two and three new glaciers were formed.*

Key words: remote sensing, glacier degradation, area change, rivers Darai Narkhun, Darai Shithav, Sary Shithav.

КРИОСФЕРА
МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ ИЛМИИ “МАРКАЗИ ОМУЌИШИ
ПИРЯХҲОИ АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН”
№ 1 (5), 2022 с.

ГЛЯТСИОЛОГИЯ

УДК 551.324.63

А. Қ. ҚАЮМОВ, А. Х. ДАВЛЯТОВА, М. Ш. ДАВЛАТОВА

ҲАВЗАИ ДАРЁИ КАНИЗ, ВАЪЪИ МЕТЕРЕОЛОГИИ ОН ДАР
ШАРОИТИ ТАВЙИРЁБИИ ИҚЛИМ

Муассисаи давлатии илмӣ “Маркази омӯзиши пиряхҳои Академияи
миллии илмҳои Тоҷикистон”

Ҳадафи асосӣ аз гузаронидани корҳои илмӣ ва инчунин арзёбии ҳолати пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз воқеъ дар болооби дарёи Кофарниҳон дар давоми солҳои 1994-2022 барои омӯштани вазъи воқеии пиряхҳо дар шароити тағйирёбии иқлим мебошад. Таҳқиқоти мазкур бо роҳи зондиронии фосилавӣ тавассути тасвирҳои моҳворагии LANDSAT 5LT (1994), LANDSAT 7ETM+ (2011) ва LANDSAT 9LS (2022) гузаронида шуда ва натиҷаҳои назаррас доданд.

Аз таҳқиқоти ба даст омада маълум гардид, ки дар системаи пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз тағйироти ҷиддӣ ба назар мерасад. Махсусан пиряхҳои долонии воқеъ дар қисмати шарқии ҳавза то 47% коҳиши ёфтаанд. Дар давоми солҳои 1994 то соли 2022 21% -и масоҳати пиряхҳои ҳавза аз байн рафтааст.

Калидвожаҳо: коҳишёбии пиряхҳо, омӯзиши зондиронӣ - фосилавӣ, ГИС, тағйирёбии иқлим, ҳавзаи дарёи Каниз, болооби дарёи Кофарниҳон.

Муқаддима

Ҷумҳурии Тоҷикистон яке аз кишварҳои аз ҷиҳати офатҳои табиӣ осебпазир ба шумор рафта, таъсири он ба маҳалҳои аҳолинишин ва ҳаёти ороиштаи мардум хатари ҷиддӣ ворид менамояд. Инчунин дар оянда ба мувозинати захираҳои обии минтақа ва ҳосилнокии соҳаи кишоварзӣ, сифати меваҷоту сабзавот ва тандурустии инсоният таъсири манфии худро мерасонад.

Коҳишёбии тезутунди пиряхҳо, омӯзиш ва пешгирии офатҳои табиӣ дар натиҷаи коҳишёбии пиряхҳо ба амал омада масъалаи муҳиммтарини замони муосир ба шумор меравад. Феълан дар Ҷумҳурии Тоҷикистон зимни амалияи баҳодихии офатҳои табиӣ як қатор методологияҳо (MESO, FOCUS),

ки аз ҷониби созмонҳои байналмилалӣ, ки дар самти паст намудани хатари офатҳои табиӣ қор ва ғайри ин мебаранд, таҳия гардидааст [2-4]. Мониторинги геохатарҳои дур дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳоло асосан дар Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзиши пириҳои АМИТ», Сарраёсати геологияи назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, Кумитаи ҳолатҳои фавқулода ва мудоғиби граждани назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ва ғайраҳо гузаронида мешавад [2-4].

Камшавии масоҳати пириҳои кӯҳӣ Ҷомеаи ҷаҳониро ба ташвиш оварда, якҷанд даҳсола аст, ки ин масъала мавриди баҳси олимони сатҳи ҷаҳонӣ қарор гирифта, то имрӯз роҳи ҳалли ҳудро пайдо накардааст. Дар маҷаллаи “Паёми сеюми миллии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар доираи ҷаҳорҷӯбаи Конвенсияи СММ доир ба тағйирёбии иқлим” – масъалаи тағйирёбии иқлим дар Осиёи Марказӣ чунин ибраз ёфтааст: “Осиёи Марказӣ яке аз минтақаҳои ҷаҳонист, ки дар он гармшавии шадиди иқлим дар солҳои 1950 - 2013 мушоҳида мешавад. Аз ин рӯ, на танҳо Тоҷикистон, балки тамоми кишварҳои Осиёи Марказӣ, зери таъсири тағйири иқлим дар шакли баландшавии ҳарорат, обшавии пириҳо, тағйирёбии маҷрои дарёҳо қарор доранд [6-7].

Мақсад аз таҳқиқоти гузаронидашуда дар он буд, ки ҳолати имрӯзаи пириҳо омӯхта шавад. Вобаста ба шароити тағйирёбии иқлим ва гармшавии ҳаво, ки ба пириҳо хатари ҷиддӣ ворид менамояд, ҳолати имрӯзаи масоҳати пириҳои ҳавзаи дарёи Каниз ва вазъи метеорологии он пурра омӯхта шуда, маълум гардид, ки пириҳо дар давоми солҳои 2011 то 2022 ба қисқалии саҳт дучор гардидаанд.

Минтақаи омӯзиш

Ҳавзаи дарёи Каниз дар нишебҳои ҷанубии қаторкӯҳҳои Ҳисор ва нишебҳои ғарбии қаторкӯҳҳои Қаротегин ҷойгир шудааст. Дар ҳавзаи мазкур зиёда аз 39 пириҳои масоҳаташон аз 0.1 км² калон ва 8 пириҳои масоҳаташон аз 0.1 км² хурд мавҷуд аст, ки масоҳати умумии пириҳои нуқтагии мазкур 0.3 км² ро ташкил медиҳанд [3].

Мавқеи ҷойгиршавӣ ва шакли морфологии пирахҳои ҳавзаи дарёи Каниз мухталиф буда, вобаста ба экспозитсияи пирахҳо коҳишёбии онҳо низ гуногун муайян гардидааст.

Ҷадвали 1

Экспозитсияи пирахҳои ҳавзаи дарёи Каниз

| Экспозитсияи пирахҳои ҳавзаи дарёи Каниз | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|---|----------------------|------------------------------|----------------|---|
| Шарқ | Шимол | Шимол-шарқ | Шимол-ғарб | Ҷануб | Ҷануб-шарқ | Ҷануб-ғарб | Ғарб |
| №229; №230; №231; №233 №234; №235 №236; №237 №243; №246 №250; №252 (31%) | №239 №259 №248 №263 (10%) | №227 №228 №232 №238 №241 №242 (15%) | №240 №249 №257 №258 №260 №261 №264 (18%) | №247 №251 (5%) | №244 №245 №226 (8%) | №253 (2,5%) | №254 №255 №256 №262 (10.5%) |

Тарзҳои ҷаҳзӣ

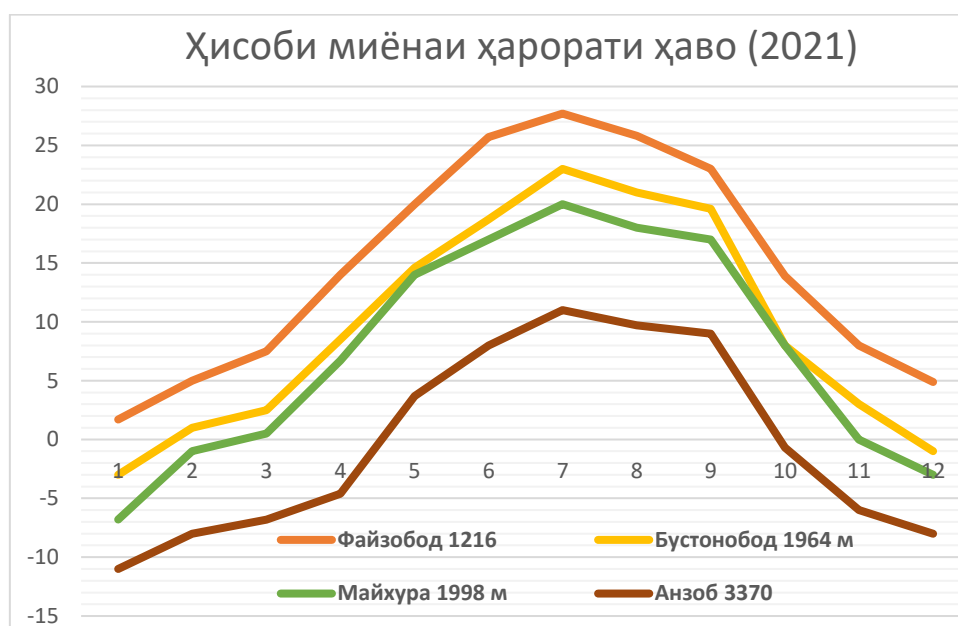
Дар рафти омӯзиши пирахҳои ҳавзаи дарёи Каниз бо мақсади муайян намудани вазъи воқеии масоҳати пирахҳо аз тарзҳои зондиронӣ- фосолавӣ тавассути тасвирҳои моҳворагии дорои ҳалли гуногуни фазоӣ дар давоми солҳои 1994 - 2022 истифода гардиданд. Тасвирҳои моҳворагии LANDSAT 5LT (1994), LANDSAT 7ETM+ (2011) ва LANDSAT 9LS (2022) ба системаи ягонаи координатаҳои WGS 1984 UTM Zone 43N табдил дода шуда, дар барномаи ArcMap 10.5 таҳлил карда шуда ва барои ҳисоб кардани тағйирот дар қисмати қушодаи пирахҳо ва арзёбии мавқеи аксҳои онҳо дар давраи аз соли 1994 то 2022 истифода карда шуданд.

Иқлими минтақаи қорӣ

Ҳарорати ҳаво. Иқлими ҳавзаи дарёи Қофарниҳон дорои намнокии муътадил, тобистони гарм ва зимистони бениҳоят сард мебошад. Вобаста ба ҷойгиршавии гуногуни релефи минтақа тағйироти иқлимиро мушоҳида намудан мумкин аст. Дар баландҳои 1000 -2500 метр тобистони гарм ва

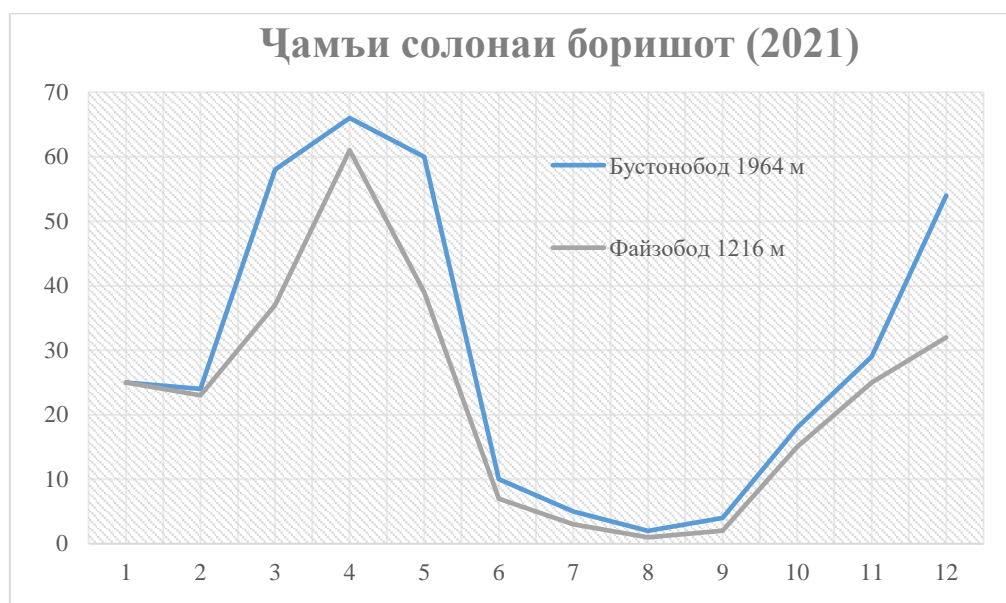
зимистони муътадил ба назар мерасад ва дар баландиҳои 2500 то 3000 метр аз сатҳи баҳр бошад тобистони муътадил ва зимистони сард ҳукмфармо мегардад. Аз 3000 метр боло аллақай тобистон сард ва зимистон қаҳратун мегардад [1-3].

Ҳарорати миёнаи солонаи ҳаво аз $8-6^{\circ}\text{C}$ дар баландиҳои 2000-2500 метр то ба -1°C дар баландиҳои 3000 метр тағйир меёбад. Моҳи хунуктарини минтақа ба январ (-12°C) ва гармтарини он ба июл мувофиқ меояд [1-3].



Расми 1. Ҳарорати миёнаи солонаи ҳаво дар давоми соли 2021.
(Маълумот аз Агентии обуҳавошиносӣ гирифта шудааст ба истисноии рӯзҳои истироҳатӣ)

Миқдори боришот. Ҳавзаи дарёи Кофарниҳон хусусияти намнокии муътадил дорад. Ҳавои намноки ба минтақаи мазкур воридшаванда аз тарафи ғарб ва ҷанубу ғарбии нишебиҳои Амударё ба минтақа меоянд. Суммаи солонаи боришот мувофиқи меёриҳои муқаррарнамудаи Агентии обуҳавосанҷии дар пойгоҳҳои обуҳавошиносӣ, ки дар гирду атрофи минтақаи мазкур насб шудаанд чунин аст: Майхӯра 1182,6 мм, Бўстонабод 785 мм, ағбаи Анзоб 497 мм ва Файзобод 829 мм [1-3]. Агар ба ҷадвал назар андозем, пас маълум мегардад, суммаи боришот дар пойгоҳи обуҳавосанҷии Бўстонабод аз меёр 53% кам ва дар пойгоҳи обуҳавосанҷии Файзобод бошад 65% аз меёр камтар боришот ба қайд гирифта шудааст.

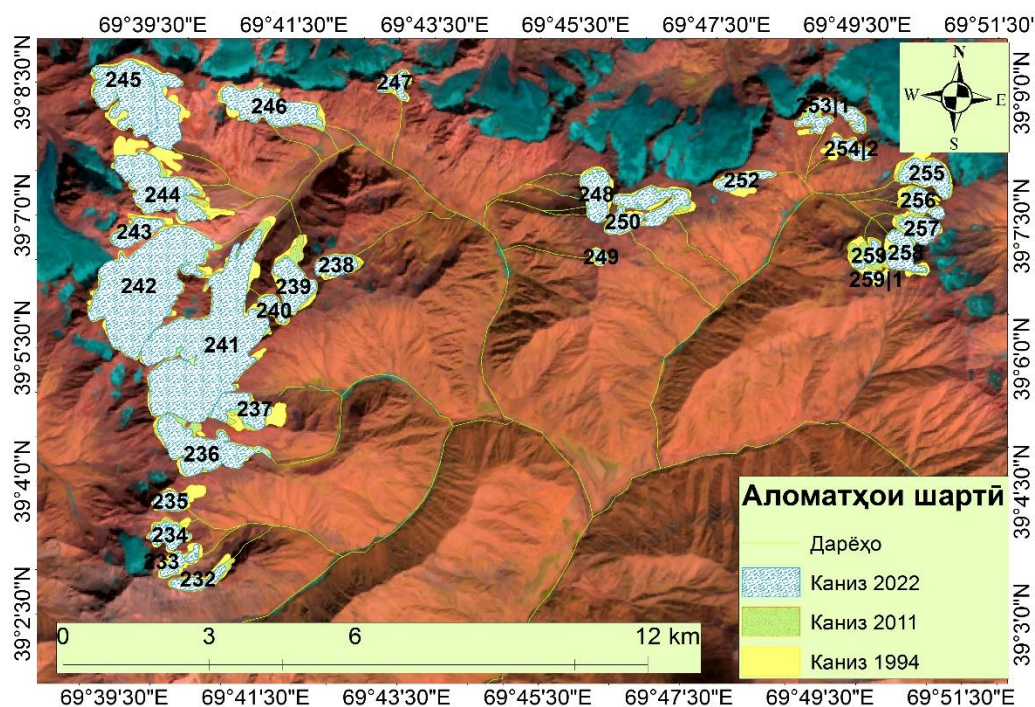


Расми 2. Ҷамъи солонаи боришот дар пойгоҳҳои метеорологии Файзобод ва Бӯстонабод мувофиқ ба маълумоти Агентии обухавошиносӣ ба истисноии рӯзҳои истироҳатӣ

Натиҷа ва муҳокима

Пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз низ ба монанди тамоми пиряхҳои ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҳоли коҳишбӣ қарор доранд ва вазъи ҷараёни коҳишбӣ дар ин ҳавза дар як меъёри номуайян ба назар мерасад. Коҳишбии пиряхҳо асосан дар экспозитсияи Шарқ, Шимолу Шарқ ва Ҷанубу Шарқии ҳавзаи дарёи Каниз зиёдтар дида шуда ба ҳисоби фоиз ба 47% мерасад.

Дар рафти таҳқиқот коҳишбии масоҳати пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз дар давоми солҳои 1994 - 2022 омӯхта ва муайян гардид, ки масоҳати умумии пиряхҳои ҳавза дар соли 1994 29,1 км² буда, то соли 2022 нишондоди мазкур ба 23 км² расидааст. Бо ҳисоби миёна 21% - масоҳати умумии пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз аз байн рафтааст. Пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз монанди тамоми пиряхҳои Тоҷикистон рӯ ба коҳишбӣ ниҳода, дар як меъёри номуайян қарор дорад.

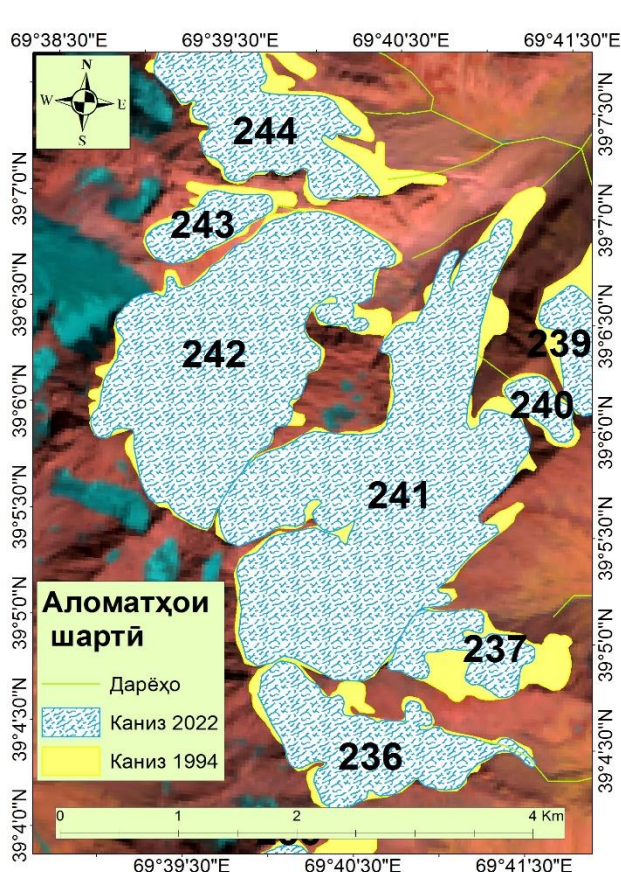


Расми 3. Ҳавзаи дарёи Каниз. Таҳқиқот бо роҳи зондиронии фосолавӣ тавассути Барномаи Arcgis 10. 5 гузаронида шудааст

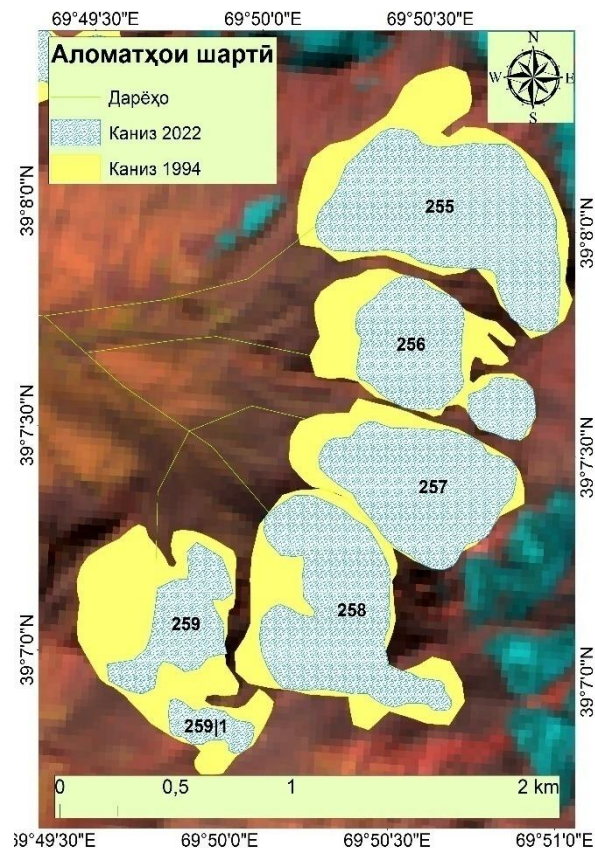
Манбаи ғизогирии пиряхҳои № 229, 230 ва 232 асосан тармаҳо ба ҳисоб мераванд. Майдони аблятсионии пиряхҳои мазкур камтар аз $0,1\text{ км}^2$ - ро дар бар мегирад. Водии дарёи ҳавзае, ки дар он пиряхҳои № 232 то 243 ҷойгир шудаанд ба водии Обибарзангӣ дохил мегарданд. Пиряхҳои № 240, 242 ва 243 дар ҳавзаи пиряхи № 241 ҷойгир гардидаанд ва маҷрои оби аз ин пиряхҳо ҷоришаванда дар зери пиряхи № 241 сурат мегирад [3].

Пиряхи № 241 пиряхи бузургтарини ҳавзаи дарёи Каниз ба ҳисоб меравад. Шакли морфологии пирях водигӣ буда, дар қисми шимолу шарқии ҳавза ҷойгир шудааст [3]. Масоҳати умумии пирях дар соли 1994 тақрибан $5,4\text{ км}^2$ буда, то соли 2022 ба 5 км^2 расидааст. Ба ҳисоби миёна ҳамагӣ 7% масоҳати пирях аз байн рафтааст. Агар ба ҷадвали № 2 назар андозем маълум мегардад, ки пиряхи мазкур масоҳати зиёдтарро аз даст додааст, аммо аз сабабе, ки масоҳати пирях калон аст, нишондоди мазкур назарногир мемонад. Пиряхҳои хурди ҳавза нисбат ба пиряхи № 241 камтар коҳиш ёфтаанд, вале бо сабаби хурд будани масоҳати пиряхҳо нишондоди коҳишёбии онҳо хело баланд ба назар мерасад. Забонаи пиряхи № 242 бо

сохтори таркишҳои дар забона пайдо шуда валангор гардидааст ва ба моренаҳои соҳилии пириҳои № 241 таъя мекунад. Нуқтаи баландтарини пириҳои № 241 4450 метр буда, нуқтаи ҷойгиршавии забонаи он бошад, дар водӣ ба 3340 метр аз сатҳи баҳр мерасад (нигаред ба расмҳои 4 - 5).



А



Б

Расмҳои 4-5. Вазъи воқеии пириҳои № 241 ва пириҳои дар ҳавзаи пириҳои № 241 ҷойгиршуда. Пириҳои № 255 – 259

Дар рафти таҳқиқот маълум гардид, ки пириҳои № 256 ва № 259 аз соли 2011 то соли 2022 саҳт ба коҳишбӣ дучор гардида, ба ду қисм тақсим шуда, аз пириҳои бузург ду пириҳои хурд ба вуҷуд омадааст, ки ин раванд бениҳоят нигаронкунанда ба назар меарсад. Дар даҳсолаи наздик пириҳои мазкур пурра аз байн рафтанишон мумкин аст.

Дар ҷадвали 2 коҳишбӣи пириҳои ҳавза пурра таҳлил ва баррасӣ гардидааст.

Чадвали 2.

Пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз. Намуди морфологӣ ва шакли ҷойгиршавии пиряхҳо

| Р/т | Номи пиряхҳо | Намуди морфологӣ | Мавқеи ҷойгиршавӣ | Масоҳати кушодаи пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз (км ²) | | | | |
|---------------------------------------|--------------|------------------|-------------------|---|-----------|-----------|-----------------------------------|--------------------|
| | | | | 1994 | 2011 | 2022 | Масоҳати кохишёби км ² | Масоҳати умумӣ (%) |
| 1 | №226 | Косашакл | Ҷануб-шарқ | 0.11 | 0.1 | 0.09 | -0.02 | -18% |
| 2 | №227 | Асим-косашакл | Шимол-шарқ | 0.3 | 0.23 | 0.2 | -0.1 | -33% |
| 3 | №228 | Водигӣ-косагӣ | Шимол-шарқ | 0.6 | 0.57 | 0.5 | -0.1 | -17% |
| 4 | №229 | Косашакл | Шарқ | 0.2 | 0.15 | 0.12 | -0.08 | -40% |
| 5 | №230 | П.долонӣ | Шарқ | 0.38 | 0.23 | 0.2 | -0.18 | -47% |
| 6 | №231 | П.долонӣ | Шарқ | 0.17 | 0.13 | 0.09 | -0.08 | -47% |
| 7 | №232 | Назди нишебӣ | Шимол-шарқ | 0.38 | 0.3 | 0.2 | -0.18 | -47% |
| 8 | №233 | П.долонӣ | Шарқ | 0.34 | 0.26 | 0.19 | -0.15 | -44% |
| 9 | №234 | Овезон- косашакл | Шарқ | 0.4 | 0.35 | 0.3 | -0.1 | -25% |
| 10 | №235 | Косашакл | Шарқ | 0.38 | 0.28 | 0.2 | -0.18 | -47% |
| 11 | №236 | Косашакл-водигӣ | Шарқ | 1.45 | 1.38 | 1.3 | -0.15 | -10% |
| 12 | №237 | Косашакл | Шарқ | 0.85 | 0.7 | 0.5 | -0.35 | -40% |
| 13 | №238 | Косашакл-водӣ | Шимол-шарқ | 0.37 | 0.34 | 0.3 | -0.07 | -19% |
| 14 | №239 | Косашакл-водӣ | Шимол | 0.8 | 0.74 | 0.6 | -0.2 | -25% |
| 15 | №240 | Косашакл | Шимол-ғарб | 0.23 | 0.2 | 0.2 | -0.03 | -13% |
| 16 | №241 | Водигӣ | Шимол-шарқ | 5.4 | 5.1 | 5 | -0.4 | -7% |
| 17 | №242 | Котлавинӣ | Шимол-шарқ | 3.8 | 3.7 | 3.6 | -0.2 | -5% |
| 18 | №243 | Косашакл-водӣ | Шарқ | 0.46 | 0.4 | 0.36 | -0.10 | -22% |
| 19 | №244 | Котлавинӣ | Ҷануб-шарқ | 1.66 | 1.5 | 1.34 | -0.32 | -19% |
| 20 | №245 | Косашакл-водӣ | Ҷануб-шарқ | 2 | 1.7 | 1.4 | -0.6 | -30% |
| 21 | №246 | Косашакл-водӣ | Шарқ | 1.23 | 1.15 | 1 | -0.23 | -19% |
| 22 | №247 | Овезон-косагӣ | Ҷануб | 0.28 | 0.2 | 0.2 | -0.08 | -28% |
| 23 | №248 | Овезон-косагӣ | Шимол | 0.6 | 0.49 | 0.5 | -0.1 | -17% |
| 24 | №249 | Косагӣ | Шимол-ғарб | 0.16 | 0.09 | 0.06 | -0.06 | -37% |
| 25 | №250 | Косагӣ | Шарқ | 0.35 | 0.3 | 0.25 | -0.10 | -28% |
| 26 | №251 | Наздинишебӣ | Ҷануб | 0.8 | 0.6 | 0.57 | -0.23 | -35% |
| 27 | №252 | Косашакл | Шарқ | 0.38 | 0.2 | 0.25 | -0.18 | -47% |
| 28 | №253 | Косашакл | Ҷануб-ғарб | 0.6 | 0.53 | 0.43 | -0.17 | -28% |
| 29 | №254 | Косашакл | Ғарб | 0.35 | 0.22 | 0.2 | -0.15 | -42% |
| 30 | №255 | Косашакл-водӣ | Ғарб | 0.7 | 0.6 | 0.5 | -0.2 | -28% |
| 31 | №256 | Косашакл | Ғарб | 0.4 | 0.35 | 0.3 | -0.1 | -25% |
| 32 | №257 | Косашакл-водӣ | Шимол-ғарб | 0.4 | 0.38 | 0.36 | -0.04 | -10% |
| 33 | №258 | Овезон-косагӣ | Шимол-ғарб | 0.57 | 0.44 | 0.4 | -0.17 | -30% |
| 34 | №259 | Косашакл | Шимол | 0.38 | 0.35 | 0.2 | -0.18 | -47% |
| 35 | №260 | Косашакл | Шимол-ғарб | 0.28 | 0.23 | 0.15 | -0.13 | -36% |
| 36 | №261 | Овезон-косашакл | Шимол-ғарб | 0.29 | 0.22 | 0.2 | -0.09 | -31% |
| 37 | №262 | Косашакл | Ғарб | 0.35 | 0.26 | 0.23 | -0.12 | -34% |
| 38 | №263 | Косашакл | Шимол | 0.32 | 0.28 | 0.24 | -0.08 | -25% |
| 39 | №264 | Косашакл | Шимол-ғарб | 0.4 | 0.3 | 0.25 | -0.15 | -37% |
| Ҳисоби умумии масоҳати пиряхҳо | | | | 29.1 | 26 | 23 | -6.1 | -21% |

Аз маълумоти дар чадвали 2 овардашуда ошкор мегардад, ки пиряхҳои дар қисмати шарқи ҳавза ҷойгир шуда то 47% -и масоҳаташонро аз даст

додаанд. Махсусан пираххое, ки шакли морфологиашон долонӣ буда, экспозитсияшон шарқ мебошад, коҳишёбиашон баланд аст. Пираххое, ки дар экспозитсияи ҷанубӣ, ҷануб-шарқ, ҷануб-ғарб ҷойгир шуданд аз 18% то 35% коҳиш ёфтаанд.



Расмҳои 6-7. Коҳишёбии масоҳати пирахҳои ҳавзаи дарёи Каниз (бо ҳисоби фоиз) ва бо ҳисоби км²

Пирахҳои экспозитсияи шимол - шарқ аз 5% то 33% коҳиш ёфтаанд. Аз сабабе, ки пирахҳои № 241 ва № 242 масоҳати бузургтар доранд, нисбати пирахҳои дигаре, ки дар ин экспозитсия ҷойгир шудаанд, камтар коҳиш ёфтаанд. Зеро коҳишёбии пирахҳо аз масоҳат ва ҳаҷми онҳо низ вобастагӣ дорад. Ҳар қадар пирахҳо дорои масоҳати хурд бошанд, ҳамон қадар тезтар об мешаванд. Инчунин дар шароити боришоти зиёд метавонанд боз барқарор шаванд.

Хулоса

1. Дарёи Каниз яке аз шоҳобҳои аввалини дарёи Кофарниҳон ба шумор рафта 27км дарозӣ дорад. Масоҳати умумии ҳавзаи дарёи Каниз 106 км² буда, аз барф ва пирахҳо сарчашма мегирад.

2. Вобаста бо баландӣ аз сатҳи баҳр дар ҳавза ҳарорати ҳаво тағйир меёбад. Дар баландиҳои то 3000 метр тобистон гарм ва зимистони сард дида мешавад. Аммо аз 3000 метр боло аллақай фасли тобистон хунук ва фасли зимистон бошад хело ҳам қаҳратун мегардад.

3. Пиряхҳои шакли морфологиашон долонӣ ва косашакл, ки асосан дар қисми шарқии ҳавза ҷойгир шудаанд, коҳишёбӣ дар ин пиряхҳо то 47% ба назар мерасад.

4. Дар умум тамоми пиряхҳои ҳавзаи дарёи Каниз рӯ ба таназзул ниҳодаанд, аммо вобаста ба ҳаҷм ва масоҳаташон, инчунин вобаста ба шакли морфологӣ ва мавқеи ишғол намудаашон коҳишёбӣ дар ин пиряхҳо ба таври гуногун дида мешавад. Пиряхҳои масоҳаташон аз 1км² бузургтар аз 5% то 19% коҳиш ёфтаанд, пиряхҳои аз 1км² хурд бошанд то 47% коҳиш ёфтаанд. Ин маънои онро дорад, ки суръати коҳишёбӣ дар пиряхҳои хурд зиёдтар ба чашм мерасад.

5. Зарур аст, ки барои таҳлили ҳолати пиряхҳо дар ҳавзаи дарёи Каниз экспедитсияҳои илмӣ - таҳқиқотӣ ташкил карда шавад, то вазъи пиряхҳо аз наздик бо ёрии дрон ва ҳавопаймоҳои бесарнишин, инчунин бо тарзҳои насби реперҳо вазъи пиряхҳо дақиқтар омӯхта шавад. Омӯхтани вазъи воқеии пиряхҳои ҳавзаи мазкур дар шароити тағйирёбии иқлим зарур ҳисобида мешавад.

Адабиёт

1. Агентство по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Режим доступ: бюллетени по гидрометеорологии.

2. А. К. Каюмов, Х. Д. Наврузшоев. Изучение состояния оледенения верховья реки Вуждара дистанционным методом. Криосфера государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана» № 3-4 (1). 2021г. 36-44 ст.

3. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Выпуск 3. Амударья. Часть 5. Бассейн реки Кафарнигана. Гидрометеиздат, Л., 1980.

4. Каюмов А. К., Шомахмадов А. М., Сафаров М. Т. Анализ погодных условий и их связь с возникновением стихийных бедствий в Таджикистане 2019-2021 гг. Журнал “Криосфера. - Том 1. - № 1. - 2021. Душанбе. - С. 123-139.

5. Состояний гидрологический характеристик и гидрологический сетей бассейна реки Кафарниган. Кабулиев З. В., Қодиров Ш. С. Институт водных проблем гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан. 69-74с.

6. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Каюмов А. К., Новиков В. В. -Душанбе, 2014. - 166 с.

7. Тавсифи тағйирёбии масоҳати пирахҳои ҳавзаи дарёи Писода А. Қ. Каюмов, А. Х. Давлатова, Х. Қ. Кабутов, У. Р. Убайдуллоев, Х. Толибов. Журнал “Криосфера”. - Том 1. - №1. - 2021. Душанбе. - С. 53-61.

8. Каюмов А., Убайдуллоев У. Феҳристи истилоҳоти пирахшиносӣ – Душанбе, 2021. - 24 с.

А. К. КАЮМОВ, А. Х. ДАВЛЯТОВА,

**БАССЕЙН РЕКИ КАНИЗ И ЕГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ И
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Государственное научное учреждение "Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана"

Аннотация

Основной целью настоящей работы является оценка состояния ледников притока реки Каниз, бассейна реки Кафарниган в период с 1994 до 2022 гг в условиях изменения климата. Эти исследования проводились по космическим снимкам LANDSAT 5LT (1994 г.), LANDSAT 7ETM+ (2011 г.) и LANDSAT 9LS(2022 г.) и дали значимые результаты.

Из полученных исследований стало ясно, что в ледниковой системе бассейна реки Каниз происходят значительные изменения. Особенно ледники кулуаров, расположенные в восточной части бассейна, уменьшились на 47%. Общая площадь бассейна с 1994 по 2022 год уменьшилась на 6,1 км², что составляет 21% площади ледников.

Ключевые слова: таяние ледников, дистанционное зондирование, ГИС, изменение климата, температура воздуха, осадки, бассейн реки Каниз, верховья реки Кафарниган.

A. K. KAYUMOV, A. K. DAVLYATOVA

**THE KANIZ RIVER BASIN, ITS HYDROLOGICAL AND
METEOROLOGICAL POSITION UNDER THE CONDITIONS OF
CLIMATE CHANGE**

*State Scientific Institution "Center for the Study of Glaciers of the National Academy of
Sciences of Tajikistan"*

Annotation

The main purpose of this work is to assess the state of the glaciers of the tributary of the Kaniz River, the Kafarnigan River basin in the period from 1994 to 2022 under the conditions of climate change. These studies were carried out using satellite images LANDSAT 5LT (1994), LANDSAT 7ETM+ (2011) and LANDSAT 9LS (2022) and gave significant results.

From the studies obtained, it became clear that significant changes are taking place in the glacial system of the Kaniz river basin. Especially the glaciers of the couloirs, located in the eastern part of the basin, decreased by 47%. The total area of the basin decreased by 6.1 km² from 1994 to 2022, which is 21% of the area of glaciers.

Key words: glacier melting, remote sensing, GIS, climate change, air temperature, precipitation, Kaniz river basin, Kafarnikhan river headwaters.

УДК 551.324.63

КАЮМОВ А. К.¹, РАСУЛЗОДА Т. Х.¹, КУРБОНОВ Н. Б.², ВОСИДОВ Ф. К.¹

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДНЫХ АРТЕРИЙ БАСЕЙНА РЕКИ ПЯНДЖ

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников
Национальной академии наук Таджикистана»*

В статье рассмотрены вопросы влияния изменения климата на формирования водных ресурсов, изменчивости годового стока водных артерий бассейна реки Пяндж, с использованием материалов многолетних наблюдений. При исследованиях гидрографа притоков рек Пяндж выявлено, что они имеют характер питания ледниково-снеговым и зависит от изменения метеорологических элементов.

Ключевые слова: изменение климата, водные ресурсы, река Пяндж, готовый сток, расхода воды, притоки Пянджа.

В настоящее время исследование изменения температуры воздуха и атмосферных осадков является одной из актуальнейших задач современной науки, которых выходят за научные рамки и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую эколого-экономические и социальные аспекты. Особую актуальность в этой связи приобретает исследование закономерностей периодического изменения региональных климатических условий на фоне глобального потепления.

Изучение пространственных и временных особенностей изменчивости температуры воздуха и осадков на территории бассейна реки Пяндж имеет большое значение не только для разработки региональных сценариев будущих изменений климата, но также для решения ряда практических задач,

¹ Адрес для корреспонденции: профессор Каюмов Абдулхамид Каюмович, Расулзода Тоджиддин, 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, проспект Рудаки 33, Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: abdkaumov@mail.ru

связанных с рациональным использованием водных ресурсов и состояние оледенение [1-5].

Региональные изменение климата можно рассматривать по многолетним изменениям метеорологических параметров на отдельных станциях. Такие исследования изменения климата были проведены для Таджикистана. Метеостанции, которые расположены на территории Таджикистана, находятся на различных высотах и имеют различную экспозицию местности. В зависимости от их месторасположения, величина тренда различна.

Наиболее сильный рост температур наблюдается в равнинных районах страны и на территориях районных центров и городов: от $0,20^{\circ}\text{C}/10$ лет до $0,30^{\circ}\text{C}/10$ лет (Бохтар, Дангара, Ховалинг). С высотой рост температур значительно уменьшается, а в высокогорьях местами тренд становится даже отрицательным (Булункуль, Хушьёри, Шахристан). На станции Булункуль величина тренда составляет $-0,11^{\circ}\text{C}/10$ лет. На такое изменение температуры влияет расположение станции. Метеостанция находится на территории высокогорной котловины, между двумя озерами Яшилкуль и Булункуль, которые, в свою очередь, влияют на погодные условия местности.

Таблица 1.

Величина тренда приземной температуры воздуха на территории Таджикистана за период 1931 - 2011 гг.

| № | Станция | Высота, м н.у.м. | T/10 лет | № | Станция | Высота, м н.у.м. | T/10 лет |
|----|--------------|---------------------|-------------|----|------------|---------------------|----------|
| 1 | Каракуль | 3930 | 0,16 | 13 | Ховалинг | 1468 | 0,20 |
| 2 | Булункуль | 3744 | -0,11 | 14 | Хушьёри | 1361 | -0,02 |
| 3 | Мургаб | 3576 | 0,13 | 15 | Рашт | 1316 | 0,07 |
| 4 | Джавшангоз | 3410 | 0,15 | 16 | Пенджикент | 1016 | 0,14 |
| 5 | Анзоб | 3373 | 0,12 | 17 | Истаравшан | 1004 | 0,16 |
| 6 | Шахристан | 3143 | -0,00 | 18 | Душанбе | 733 | 0,16 |
| 7 | Дехавз | 2564 | 0,12 | 19 | Дангара | 660 | 0,30 |
| 8 | Ишкашим | 2524 | 0,13 | 20 | Пархар | 447 | 0,17 |
| 9 | Мадрушкат | 2254 | 0,11 | 21 | Бохтар | 427 | 0,24 |
| 10 | Искандеркуль | 2204 | 0,10 | 22 | Худжанд | 425 | 0,16 |
| 11 | Хорог | 2075 | 0,09 | 23 | Шаартус | 378 | 0,18 |
| 12 | Сангистон | 1502 | 0,12 | 24 | Пяндж | 361 | 0,16 |

Из таблицы видно, что изменение температуры по высотам не равномерно, в долинах до высоты 1000 м над уровнем моря величина тренда составляет от 0,16°C/10лет до 0,18°C/10лет. Согласно [6 - 8], изменение температуры на высотах от 1000 до 2000 м и от 2000 до 3000 м различна, от 0,07 до 0,16, а на высокогорном плато восточного Памира величина тренда составляет 0,14°C.

Необходимо отметить, что изучение пространственных и временных особенностей колебаний температуры воздуха и количества осадков на территории горного Памира имеет большое значение не только для разработки региональных сценариев будущих изменений климата, но также для решения ряда практических задач, связанных с рациональным регулированием и использованием гидрологических ресурсов. Поскольку экономическое развитие Таджикистана напрямую связано с водными ресурсами [1, 9].

При изучении изменения метеорологических условий были проведён статистический анализ данных. Исследованные величины с метеостанций Каракуль, Мургаб, Джавшангоз, Ишкашим, Хорог, и Дарвоз позволил получить полный ряд данных за период с 1940 по 2015 гг.

Результаты приведённых исследований изменения температуры воздуха в годовом ходе, а также их сезонные изменения приведены в табл. 2.

Таблица 2.

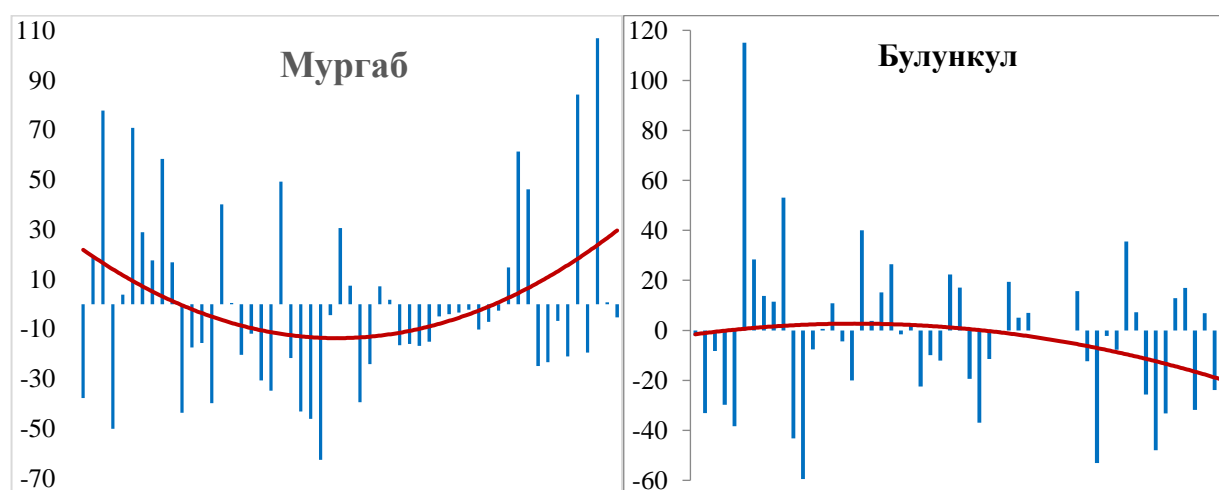
| Величина тренда температуры воздуха по сезонам | | | | | | |
|---|------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| Станция | Высота, м | Зима | Весна | Лето | Осень | Год |
| Мургаб | 3576 | 0,17 | 0,52 | -0,50 | 0,07 | 0,8 |
| Каракуль | 3932 | 1,44 | 0,48 | 0,92 | 0,97 | 0,4 |
| Дарвоз | 1288 | 0,11 | -0,46 | 0,26 | 0,71 | 0,12 |
| Хорог | 2075 | 1,57 | 1,09 | -0,08 | 0,10 | 0,42 |
| Джавшангоз | 3436 | 0,55 | 0,59 | 0,66 | 0,3 | 0,54 |
| Ишкашим | 2523 | 1,03 | 0,96 | 0,42 | 0,79 | 0,97 |

В годовом ходе изменения температуры воздуха неоднородна, но на всех высотах отмечается его рост. Наименьший рост отмечается в долине Дарвоза на 0,12°C, наибольшее повышение отмечается в Мургабе и

Ишкашме (0,8-0,97°C). Внутригодовое изменение по сезонам различаются наибольшее повышение отмечается в зимний период от 0,11 в Дарвозе до 1,44 в Каракуле. По результатам трендового анализа можно отметить, что по всем сезонам в Ишкашме и Каракуле отмечается значительный рост температуры воздуха. В весенний период наблюдается понижение температуры на 0,46°C в Дарвозе, летом наблюдается понижение температуры в Хороге на 0,08°C.

Данные анализа тренда показывают на неоднозначное изменение влагообеспеченности Памира период наблюдений 1940-2015, т.е. уменьшение количества осадков в Мургабской и Дарвозской долине, а также незначительное понижение отмечается в Хороге и Джавшангозе. В Каракульской Ишкашимской зоне, наоборот, отмечается их увеличение.

Если исходить из точки зрения гидрологии рек, их гидрографии и водообеспеченности, то изучение метеорологических особенностей горных регионов имеет большое значение для прогноза, определения сценария динамики изменения водных ресурсов и, в конечном счете, в планировании перспективы развития отраслей экономики. Поэтому целью данной статьи является систематизация метеорологических условий восточной и западной зон Памира по динамике изменения атмосферных осадков за период 1940-2015 гг.



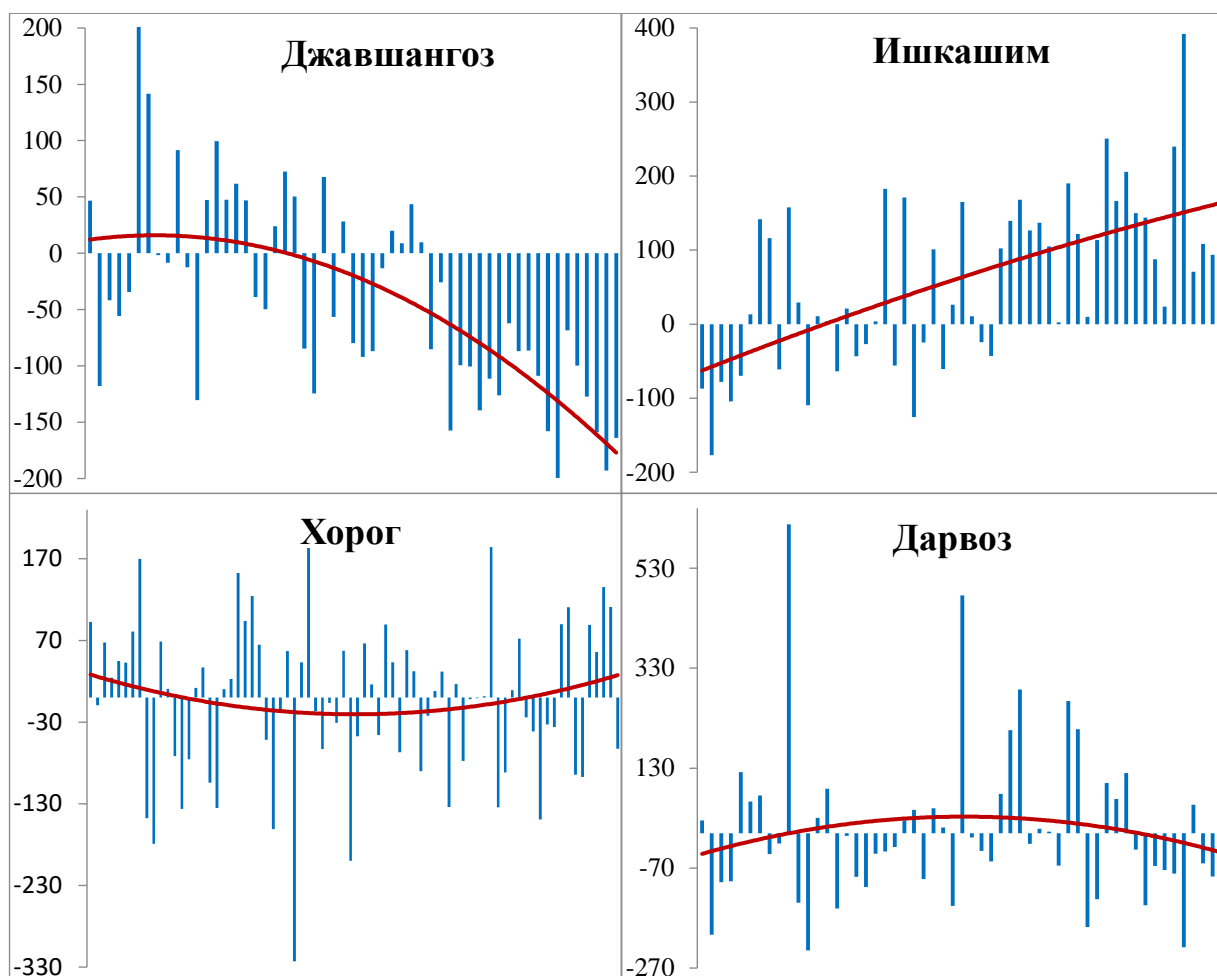


Рис. 1. Среднегодовые значения атмосферных осадков

По данным метеостанции Дарвоз, расположенной на границе западной зон Памира (табл. 2 и рис. 1), вертикальный градиент составляет около 40 мм на 100 м поднятия, что свидетельствует о более влажных предгорьях и существовании широких котловин, имеющих открытый выход на запад, навстречу влажным воздушным потокам. По мере продвижения воздушного течения вглубь горной области и переваливания через хребты влажный воздух конвертирует влагу и становится сухим. Это можно наблюдать по данным метеостанций Хорог, Джавшангоз и Мургаб, для которых вертикальные градиенты атмосферных осадков составляют, соответственно, 13,8; 4,1 и 2,13 мм.

Годовой ход атмосферных осадков представляет важный аспект, особенно в горных местностях, с точки зрения формирования и динамики изменения оледенения, баланса массы и режима работы ледников и,

соответственно, в образовании стока рек, что немаловажно для региона Центральной Азии. Первые попытки определения типа годового хода осадков Памира проводились авторами при описании климатических особенностей Центральной Азии, результаты которых обобщены в [10]. Согласно [10], Западный и Восточный Памир имеют совершенно разный годовой ход осадков. Так, если на Западном Памире максимум годового осадка приходится весной (март - апрель), то на Восточном Памире - летом (июнь - июль).

В восточной части хребта имеются огромные поля вечных снегов и значительное количество крупных ледников. Общее число ледников в водосборе р. Пяндж исчисляется сотнями. Оно обуславливает характер её питания и всех ее главных притоков. Река Пяндж относится к рекам ледниково-снегового питания. Значительная часть водосбора р.Пяндж находится в неблагоприятных условиях увлажнения атмосферными осадками, в результате чего его удельная водоносность существенно уменьшается - это объясняется тем, что количество осадков, выпадающих в некоторых местах Восточного Памира мало.

Река Пяндж расположено в наиболее возвышенном районе Центральной Азии. Ее бассейн, включающий бассейны рек Шахдара, Гунт, Бартанг, Язгулем и Ванч, занимает большую часть Памира и юг-востока Таджикистана. Памирская часть бассейна реки Пяндж охватывает почти всю его территории (95%). Водосбор реки Пяндж расположен на отметки свыше 6000 м. На юге водораздельной линии проходят по Гиндукушскому хребту, гребень которого выдается над отметкой от 5000-7000 м. Река Пяндж одна из притоков трансграничной реки Амударья в Центральной Азии, длиной 921 км и территорией бассейна 114 000 км². Общая площадь оледенения бассейна реки составляет 3767 км². Среднее значение расхода воды составляет около 1032 м³/с [1, 4, 10-14].

Согласно [11], общий среднегодовой сток реки Пяндж у гидропоста Нижний Пяндж составляет чуть больше 1000 м³/с что соответствует среднему модулю стока $M = 8,8$ л/с км² как замыкающий створ [11].

Истоком реки Пяндж является Вахандарья, начало которой носит название Вахджир. Река Вахджир берет начало от ледника Вревского на северном склоне восточных отрогов Гиндукуша на высоте более 5000м над уровнем моря. Пройдя 216 км Вахандарья принимает справа р. Памир, вытекающий из озера Зоркуль. На всем протяжении р.Пяндж является государственной границей между республикой Таджикистан и исламской республики Афганистаном.

Многообразие климатических условий бассейна реки Пяндж и их зависимость от орографии местности, географических и геоэкологических особенностей региона привело к необходимости климатического районирования [1, 4, 10, 11]. В развитии представления климатического районирования Памир рассматривается как область, где происходит смена влажных средиземноморских на сухой центральноазиатских воздушных масс [5]. Учитывая, что основная зона формирования водного стока реки Пяндж находится на Памире, мониторинг метеорологических условий, динамики их изменений в условиях глобального потепления является актуальной проблемой.

Наряду с этим следует особо отметить важность и существенную роль водных ресурсов бассейна реки Пяндж для экономики не только сопредельных государств Таджикистана и Афганистана, но и для стран низовья трансграничной реки Амударья (Узбекистан, Туркменистан). Ныне водные ресурсы реки Пяндж в основном востребованы для ирригации, однако разработаны комплексные схемы использования водных ресурсов бассейна реки, широко учитывающие богатый гидроэнергетический потенциал.

Особенность горной орографии Памира способствует тому, что периоды максимального количества атмосферных осадков приходятся в

разные месяцы для вышеперечисленных зон бассейнов рек Пянджа и Вахша, которые, согласно [1, 10, 11], связаны с проникновением северной ветви западного потока и переходом температуры на положительные значения.

На рис. 2 приведено географический обзор бассейнов реки Вахш (красный) и Пяндж (зелёный).

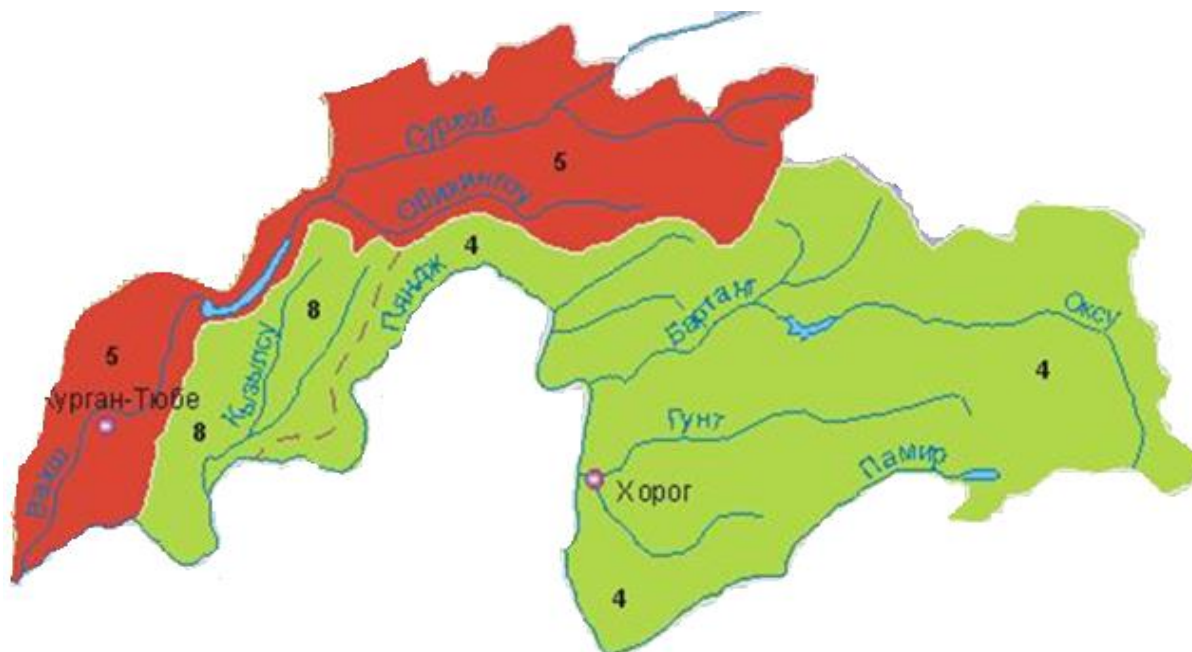


Рис.2. Географический обзор бассейна реки Пяндж

По современным данным на территории Памира насчитывается 6246 ледников, площадь оледенения 7493 км^2 , что составляет 11% от общей площади Памира и объемом в 470 км^3 . По данным [1, 5, 10], из общей площади оледенения бассейна реки Пяндж 51,4% расположен в бассейнах главных притоков реки Пяндж, - в бассейн реки Гунт зарегистрировано 102 ледник с площадью 540 км^2 , реки Шахдара (гидропост Хабост) 23 ледник с площадью 221 км^2 , реки Бартанг (гидропост Шучанд) 322 ледник с площадью 1641 км^2 , реки Язгулям (гидропост Мотравн) 61 ледник с площадью 306 км^2 и реки Ванч (гидропост Бичхарв) 119 ледник с площадью 380 км^2 . Режим стока большинства рек в значительной мере определяется наличием в их водосборах, большое количество площади оледенения. Доля ледникового стока в данных рек колеблется от 17% (р. Гунт - гп. Хорог) до 49% (р. Ванч - гп. Бичхарв) от общего объема стока [3-5].

На таб. 3 показано географическая и гидрологическая характеристика основных притоков реки Пяндж.

Таблица 3.

Характеристика основных притоков реки Пяндж

| | | Памир | Гунт | Шахдара | Бартанг | Язгулем | Ванч | Кызылсу | Яхсу |
|---|--------|-------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|------|
| Площадь, водосбора в км ² | | 4400 | 15800 | 4620 | 24040 | 1970 | 1990 | 8830 | 2710 |
| Длина реки в км | | 124 | 313 | 151 | 558 | 71 | 92 | 262 | 150 |
| Пункт | | Устье | Хорог | Хабоз | Шуджанд | Матраут | Рохарв | Соманчи | Арал |
| Средняя взвешенная высота водосбора в м | | 4591 | 4418 | 4381 | 4433 | 3850 | 3697 | - | 1630 |
| Средний годовой расход воды в м ³ /сек | | - | 109 | 36,8 | 129 | 37,7 | 49,9 | 75,9 | 30,8 |
| Средний модуль, стока в л/сек. км ² | | - | 6,90 | 7,96 | 5,38 | 19,6 | 27,5 | - | - |
| Сток в % от годового | III-VI | - | 27,4 | 29,9 | 27,2 | 27,0 | 29,6 | 64,1 | 73,0 |
| | VII-IX | - | 56,3 | 54,2 | 45,6 | 56,5 | 56,1 | 9,9 | 4,0 |
| | X-II | - | 16,3 | 15,9 | 27,2 | 16,5 | 17,0 | 26,0 | 23,0 |
| | | - | 2,05 | 1,81 | 1,68 | 2,09 | 2,09 | - | - |

Основным источником питания рек бассейн Пяндж является талые воды сезонных снегов, несколько меньшую роль играют ледники и вечные снега. Так как распределение осадков и температура воздуха в бассейне подчинено высотной зональности, то процесс формирования стока зависит от высотного положения водосборов. Половодья растягивается с март по август, когда к концу лета истощаются запасы воды в снега на водосборе, и снеговая линия поднимается за гребень водораздельных хребтов. На истощении в бассейне запасов сезонного снега в формирование стока половодья начинают участвовать ледники и многолетние снежники. Во всех реках бассейна р. Пяндж подземное питание составляет 25-35% годового стока [4-5].

Для определения изменчивости годового стока реки Пяндж использованы материалы наблюдений по постам расположенный на самойреке, по которым имеются годовые величины стока. Распределение среднего годового стока по территории бассейна характеризуется высотным положением водосбора и изученности прихода стока со всеми склонами бассейна.

Так как р. Пяндж считается ледниково-снеговое типа питания, половодья начинается с апреля (на некоторых реках бассейна Пяндж в начале мая) и заканчивается октябре [3-5]. Колебания расхода воды на реке Пяндж приведены на рисунке 3.

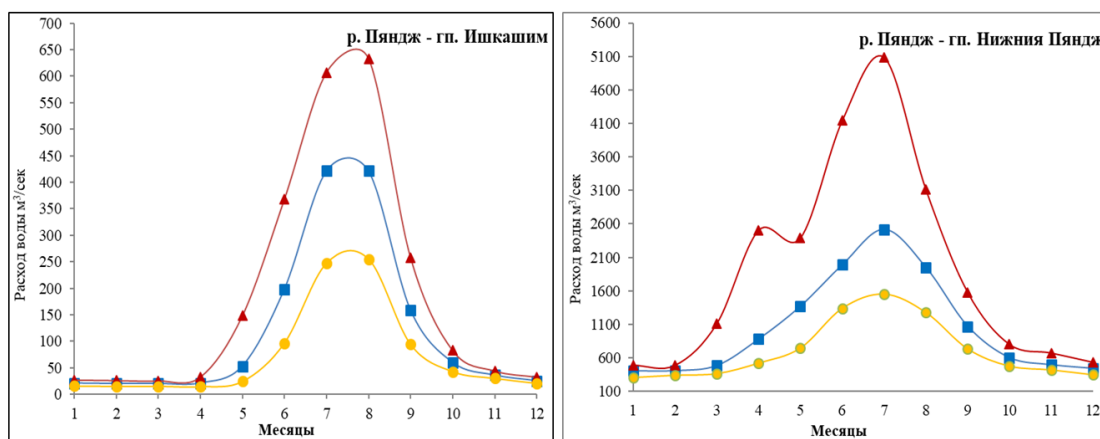


Рис. 3. Гидрографы среднего, максимального и минимального расходов воды р. Пяндж по многолетним данным гидропостам Ишкашим и Нижний Пяндж

Площадь водосбора 13900 км² максимальный расход воды наблюдается летом в июле и августе и составляет 633 м³/с минимум расход наблюдается с октября по апрель месяцы. В годы маловодья расход воды составляет 255 м³/сек, а в низовье реки Пяндж у створа Нижний Пяндж характерен два абсолютных максимумов. Первый максимум появляется в апреле и зависит от сезонных дождей и снегов и составляет 2520 м³/сек. Второй максимум связан с сезонными снегами и таянием ледников и составляет в среднем 2517 м³/сек и повышается до 5080 м³/сек., а также опускается в июле 1550 м³/сек.

За это время проходить 80-90% годового стока. Осенью с прекращение таяния в горах реки переходят в меженные состояния, и расход воды постепенно уменьшаются до апреля - май. Годовой максимум расходов в среднем многолетнем разрезе наступает в июле, в отдельные годы в августе, реже в июне. Сток воды за март - июнь составляет около 35% годового стока, за июль - сентябрь ближе к 45% годового.

Исходя из этих, данных нами была сделано попытка изучить гидрограф притоков Пяндж на территории Республики Таджикистан. Для достижения цели были взяты данные притоков реки (Гунт, Бартанг, Язгулям и Ванч).

К самым большим притокам реки Пяндж на территории Таджикистана считаются реки Бартанг с площадью водосбора 24700км^2 и Гунт с площадью водосбора 13700км^2 . Исходя из этих данных гидрограф этих рек приведено на рис. 4.

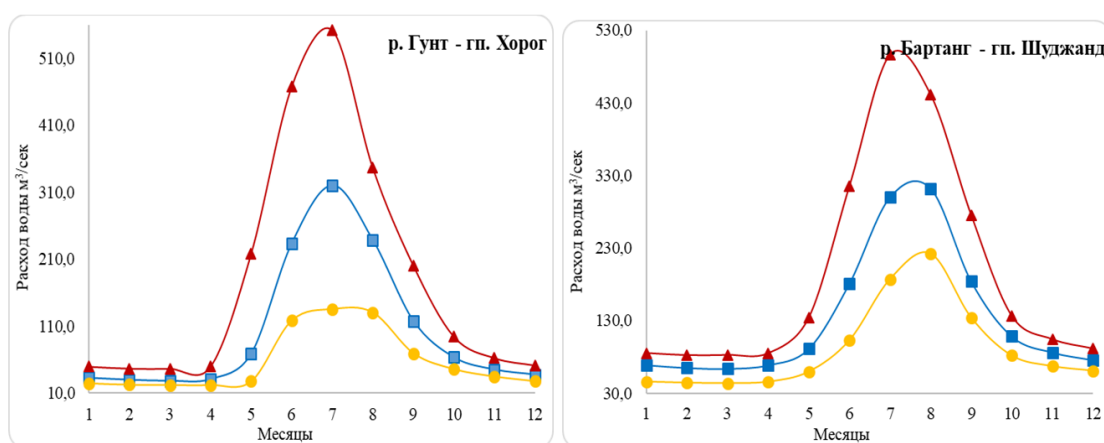


Рис. 4. Гидрографы среднего, максимального и минимального расходов воды рек Гунт и Бартанг по многолетним данным гидропостам Хорог и Шуджанд, соответственно

Для территории Гунта характерен один максимум расхода воды в годовом ходе и приходит на июль. Средний максимум составляет $320,3\text{м}^3/\text{с}$, в отдельные года расход воды составляет $552\text{м}^3/\text{с}$, а также оно может опуститься до $135\text{м}^3/\text{с}$. Минимальный уровень вода в реке наблюдается с ноября по апрель и колеблется от 62 до $22\text{м}^3/\text{с}$.

Годовой гидрограф на реке Бартанг с максимальным уровнем в июле и августе и минимальный объем воды длится с декабря по апрель месяцы.

Средний максимум составляет $299,8-311,6 \text{ м}^3/\text{с}$, летом абсолютный максимум поднимается до $496 \text{ м}^3/\text{с}$ и опускается до $222 \text{ м}^3/\text{с}$. В зимний период расход воды опускается до $82,3-43,9 \text{ м}^3/\text{с}$.

Другие две менее крупные притоки - это Ванч и Язгулям с площадью водосбора $1920-1940 \text{ км}^2$. Которые также вносят большой вклад для формирования речного стока реки Пяндж (рис. 5).

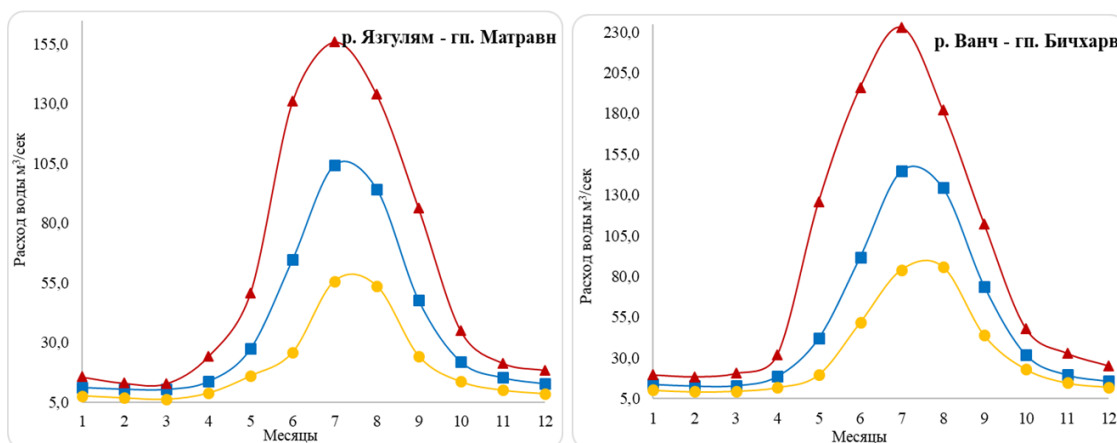


Рис. 5. Гидрографы среднего, максимального и минимального расходов воды рек Язгулям и Ванч по многолетним данным гидропостам Матравн и Бичхарв, соответственно

Для территории Язгуляма характерен один максимум расхода воды в годовом ходе и приходит на июль. Средний максимум составляет $104,3 \text{ м}^3/\text{сек}$, в отдельные года расход воды составляет $156 \text{ м}^3/\text{сек}$, а также может опуститься до $55,7 \text{ м}^3/\text{сек}$. Минимальный уровень вода в реке наблюдается с ноября по апрель, и колеблется от $15,6$ до $6,2 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Максимальный расход на реке Ванч наблюдается в июле. Она составляет $144 \text{ м}^3/\text{сек}$ при жарком лете оно может повысится до $233 \text{ м}^3/\text{сек}$, а в засушливые годы расход воды составляет $85,9 \text{ м}^3/\text{сек}$. В период медени уровень воды опускается до $25-9 \text{ м}^3/\text{сек}$. Период маловодье в реки длится примерно с ноября по март.

Таким образом, при исследованиях гидрографа водных артерий бассейна рек Пяндж выявлено, что они имеют характер питания ледниково-снеговым и зависит от изменения метеорологических условий. В низовье в весенний период в результате выпадение большого количество осадков появляется первый пик, но в верховье пик расхода вода наблюдается в

летний период в результате повышение температуры воздуха, так и появляется второй пик расхода воды в реке Пяндж в низовье.

Литературы

1. *Норматов П. И., Фрумин Г. Т., Норматов И. Ш., Муминов А. О.* Мониторинг метеорологических условий зон формирования водных ресурсов трансграничной реки Пяндж (Таджикистан) // Ученые записки, 2017. - №47. - С.9-15.
2. *Курбонов Н. Б., Курбонов Ш. Б.* Изменение климата за период 1961-2011 гг. в Таджикистане // Научно-теоретический журнал «Кишоварз», 2014. - Т.63. - №3. - С.83-85.
3. *Курбонов Н. Б.* Мониторинг изменения атмосферой температуры и осадки в Таджикистане за период 1961-2011 гг. // Вестник Таджикского национального университета, 2014. - Т.134. - №1/3. - С.76-80.
4. *Курбонов Н. Б., Фрумин Г. Т.* Влияние изменения климата на условия формирования и химического состава водных ресурсов бассейна реки Зерафшан. - LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021 - 145 с.
5. *Кеммерих А. О.* Гидрография Памира и Памиро-Алая. Водные ресурсы Таджикистана. - М.: Мысль, 1978. -153 с.
6. *Щульц В. Л.* Реки Средней Азии. [Текст] /В. Л. Щульц. -Л.: 1965. - 691с.
7. Ресурсы поверхность вод СССР. Т.14. Вып.3. Бассейна Амударьи. Л.: Гидрометиздат, 1971. - 543 с.
8. *Большаков М. А.* Некоторые особенности многолетних колебание горного стока рек Средней Азии // Тр. Института водного хозяйство и энергетики АН Киргизкой ССР, 1955. - Вып.2 (V).
9. *Котляков В. М., Рототаева О. В., Лебедева И. М.* Сомнительные исследования ледников Памиро-Алая // Материалы гляциологических исследований. - М., 2000. Вып.88.

А. К. КАЮМОВ, Т. РАСУЛЗОДА, Н. Б. ҚУРБОНОВ, Ф. Қ. ВОСИДОВ
**ТАЪСИРИ ТАҒЙИРЁБИИ ИҚЛИМ БА РЕЧАИ ГИДРОЛОГИИ ОБҲОИ
ҲАВЗАИ ДАРЁИ ПАНЧ**

*Муассисаи давлатии илмӣ “Маркази омӯзиши пиряхҳои Академияи миллии илмҳои
Тоҷикистон”*

Фиишурда

Дар мақолаи мазкур таъсири тағйирёбии иқлим ба ташаккули захираҳои об, тағйирёбии ҷараёни солони артерияҳои оби ҳавзаи дарёи Панҷ бо истифода аз маводи мушоҳидаҳои дарозмуддат баррасӣ карда мешавад. Дар рафти омӯзиши гидрографии шохобҳои дарёҳои Панҷ маълум гардид, ки онҳо аз пиряхҳо ва барфҳо ғизо мегиранд ва ба тағйирёбии элементҳои метеорологӣ вобастаанд.

Калидвожаҳо: тағйирёбии иқлим, захираҳои обӣ, дарёи Панҷ, ҷараёни об, харчи об, шохобҳои Панҷ.

A. K. KAYUMOV, T. KH. RASULZODA, N. B. KURBONOV,
F. Q. VOSIDOV

**THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE HYDROLOGICAL
REGIME OF THE WATERWAYS OF THE PYANJ RIVER BASIN**

*State Scientific Institution "Center for the Study of Glaciers of the National Academy of
Sciences of Tajikistan"*

Annotation

The article studies the impact of climate change on the formation of water resources, the variability of the annual flow of water arteries in the Pyanj River basin, using materials from long-term observations. During study of the hydrograph of the tributaries of the Pyanj rivers, it was revealed that they are fed by glaciers and snow and depend on changes in meteorological elements.

Key words: climate change, water resources, Pyanj river, water flow, water consumption, Panj tributaries.

Барои муаллифон

Қоидаҳои омода намудани мақолаҳое, ки ба маҷаллаи «Криосфера»-и Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзиши пирахҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон» барои ҷоп пешниҳод мешаванд

Маҷаллаи «Криосфера»-и Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзиши пирахҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон» натиҷаҳои аслии ва муҳиммтарини таҳқиқоти илмиро дар соҳаҳои криосфера, пирахшиносӣ, иқлимшиносӣ, метеорология, гидрология, экология ва санитария инъикос мекунад.

Тартиби мақола

Мақола бояд мухтасар навишта, хуб таҳрир ва бодикқат тафтиш карда шавад. Дастнавис бояд ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ё англисӣ ҳамчун файл дар формати MS Word (.doc ё .docx), бо шрифти стандартӣ Times New Roman, андозаи ҳуруфи 14, бо фосилаи якуним сатр пешниҳод карда шавад.

Ҳадди ниҳони иҷозатдодашудаи мақола 14 саҳифа ё 40 000 аломат бо шумули фосилаҳо мебошад. Ҳангоми муайян кардани ҳаҷми мақола аксҳо низ ба инобат гирифта мешаванд (акс дар як саҳифа ба 1800 аломат баробар аст). Ҳаҷми мақолаҳои фармоиширо ҳайати таҳририя муайян мекунад.

Сатрҳо дар як сарҳат набояд дастӣ тарҷума карда шаванд (вориди “наrm”, фосилаҳо, ҷадвалҳо ва ғ.). Аломати охири сарҳат (¶ - «Enter») танҳо дар охири сарҳат ҷойгир карда мешавад.

Дар байни калимаҳо зиёда аз як фосила гузошта намешавад, дар дохили калимаҳо фосила истифода намешавад, параграфҳо бо истифода аз сарҳатҳо гузаронида мешаванд, аломатҳои китобатиро бо фосила аз калимаи қаблӣ ҷудо накунад. Дар калимаҳо набояд дефис бошад.

Дар аввали мақола бо забони аслии мақола инҳо аз сарҳат навишта мешаванд:

- Рақами таснифоти универсалии даҳӣ (УДК)
- Ном ва насаб (бо ҳарфҳои калон)
- Номи мақола (бо ҳарфҳои калон)
- Номи ташкилоте, ки кор дар он иҷро шудааст (муаллифи якум)
- Фишурда (150 - 250 калима)
- Калидвожаҳо (2 - 5 калима)
- Дар охири мақола маълумот бо забонҳои англисӣ ва тоҷикӣ мунтазам оварда мешавад.

Мақола бояд дар бар гирад:

- Сарсухани мухтасар
- Ҳадафи омӯзиш
- Мавод ва усулҳои таҳқиқот
- Натиҷаҳои таҳқиқот ва муҳокимаи онҳо
- Хулосаҳо
- Рӯйхати адабиёт

Файл бо матни мақола бояд маълумоти зеринро дар бораи муаллиф (ҳо) дошта бошад:

- Рӯйхати пурраи муаллифон (ном ва насаб). Қайд намудан зарур аст, ки кадоме аз муаллифон барои муқотиба масъуланд.

- Чойи кори асосии ҳар як муаллиф (агар вучуд дошта бошад) дар парвандаи номзадӣ, вазифаи ишғолкарда, дараҷаи илмӣ, унвони муаллиф (ҳо). Агар муаллифон дар ташкилоти гуногун кор кунанд, пас бояд маълум бошад, ки кадоме аз онҳо дар кадом муассиса кор мекунад. Агар ҳамаи муаллифони мақола дар як муассиса кор ё таҳсил кунанд, чойи кори ҳар як муаллифро алоҳида қайд намудан лозим нест.
- Суроғаи электронии муаллифе, ки барои мукотиба масъул аст.

Намунаи тартиби сарлавҳаи аксҳо – Акси. 1. Номи акс (дар марказ воқеъ мегардад)

Акси. 2. Номи акс. (Times New Roman, андоза 12)

Чадвалҳо ва формулаҳо

Тартиб додани формулаҳо, чадвалҳо, диаграммаҳо бо истифода аз тариқи асбобҳои стандартӣ анҷом дода мешавад.

Намунаи тарҳрезии сарлавҳаи чадвал,

Чадвали 1.

Номи чадвал (дар болои чадвал, дар марказ чойгир мешавад)

Чадвали 2

Номи чадвал

Дар поёни чадвал пайванд ба манбаи асосӣ гузошта мешавад.

Рӯйхати адабиёт

Рӯйхати адабиёт бояд маълумоти адабиётро дар бораи нашрияҳои дар мақола зикршуда дар бар гирад ва истинод ба нашрияҳое дар бар нагирад, ки дар матн оварда нашудаанд. Истинодҳо ба маводи нашрнашуда иҷозат дода намешавад. Истинодҳо бо забонҳои хориҷӣ дар шакли аслии худ боқӣ мемонанд.

Истинодҳо ба адабиёти иқтибосшуда дар қавсҳои мураббаъ оварда мешаванд, масалан: [1], [1,3-5]. Рӯйхати истинодҳо дар рӯйхати умумӣ (таҳти сарлавҳаи «Адабиёт») бо тартиби дар матн оварда шуда, тартиб дода мешавад:

Барои китобҳо: насаб ва номҳои муаллиф, номи пурраи китоб, чойи нашр, ношир, соли нашр, ҷилд ва ё шумораи нашр, микдори умумии саҳифаҳо.

Барои нашрияҳои даврӣ: насаб ва номҳои муаллиф, номи нашр, соли нашр, ҳаҷм, шумора, саҳифаҳои аввал ва охири мақола:

Пеш аз чойи чоп –аломати тире, инчунин дар байни чойи нашр ва ношир аломати тире гузошта мешавад, пеш аз соли чоп - вергул ва пеш аз номи маҷалла низ тире гузошта мешавад.

Масалан:

1. Долгушин Л. Д., Осипова Г.Б. Природа Мира. Ледники. – М.: Мысль, 1989, -448 с.
2. Котляков В. М. Подвижки ледников Памира в первые 20 лет ХХІ века / В. М. Котляков, Л. В. Десинов, С. Л. Десинов, В. А. Рудаков // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2020. – Т. 495. – № 1. – С. 64-68. – DOI 10.31857/S2686739720110080.

Для авторов

Правила оформления статей, представленных в журнал «КРИОСФЕРА» Государственного научного учреждения «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана» для публикации

Журнал «КРИОСФЕРА» Государственного научного учреждения «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана» освещает оригинальные и наиболее существенные результаты научных исследований в области криосферы, гляциологии, климатологии, метеорологии, гидрологии, экологии и санитарии.

Оформление статьи

Статья должна быть написана в сжатой форме, хорошо отредактирована и тщательно проверена. Рукопись должна быть представлена на таджикском, русском или английском языке в виде файла в формате MSWord (.doc или .docx), стандартным шрифтом TimesNewRoman, кегль 14, с полуторным междустрочным интервалом.

Максимально допустимый объем статьи составляет 14 страниц или 40000 знаков включая пробелы. Рисунки также учитываются при объёме статьи (рисунок на одну страницу приравнивается к 1800 знакам). Объем заказных статей определяется редколлегией.

Строки внутри одного абзаца не должны переводиться вручную («мягкий» ввод, пробелы, табуляции и пр.). Символ конца абзаца (¶ - «Enter») ставится только в конце абзаца.

Не набирать более одного пробела между словами, не делать разрядку пробелами внутри слова, смещение абзацев делать с помощью абзацных отступов, не отделять знаки пунктуации пробелами от предшествующего слова. Переносы в словах должны отсутствовать.

В начале статьи на языке оригинала указываются с красной строки:

- Номер по Универсальной десятичной классификации (УДК)
- Инициалы и фамилия автора (строчными буквами)
- Названиестатьи (строчнымибуквами)
- Название организации в которой выполнялась работа (*первого автора*)
- Краткаяаннотация (150-250слов)
- Ключевые слова (3 - 5).
- В конце статьи в той же последовательности информация приводится на английском и таджикском языках.

Статья должна содержать:

- краткоевведение
- цельисследования
- материалы и методыисследования
- результатыисследования и ихобсуждение
- выводы
- списоклитературы

Файл с текстом статьи должен содержать следующие сведения об авторе(ах):

- Полный список авторов (инициалы и фамилии). Необходимо указать, кто из авторов ответственен за переписку.
- Основное место работы каждого автора (если таковое имеется) в именительном

падеже, занимаемая должность, ученая степень, звание автора(ов). Если авторы работают в разных организациях, то должно быть понятно, кто и в какой именно организации работает. Если все авторы статьи работают или учатся в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно.

- Адрес электронной почты автора, ответственного за переписку.

Пример оформления подрисуночной подписи Рис. 1. *Название рисунка.* (располагается по центру)

Рис. 2. Название рисунка. (Times New Roman, кегль 12)

Таблицы и формулы

Оформление формул, таблиц, схем осуществляется с помощью стандартной панели инструментов.

Пример оформления заглавий таблиц,

Таблица 1.

Название таблицы. (располагается над таблицей, по центру)

Таблица 2

Название таблицы.

Под таблицей обозначается ссылка на основной источник.

Список литературы

Список литературы должен содержать библиографические сведения обо всех публикациях, упоминаемых в статье и не содержать указаний на работы, на которые в тексте нет ссылок. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Ссылки на иностранных языках остаются в оригинальном варианте.

Ссылки на цитируемую литературу даются в квадратных скобках, например: [1], [1,3-5]. Список литературы приводится общим списком (под заголовком «Литература») в порядке упоминания в тексте и оформляется следующим образом:

Для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, место издания, издательство, год издания, том или выпуск, общее количество страниц.

Для периодических изданий: фамилия и инициалы автора, название издания, год издания, том, номер, первая и последняя страницы статьи:

Перед местом издания ставится тире, между местом издания и издательством - двоеточие, перед годом издания - запятая, перед названием журнала - тире.

Например:

1. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Природа Мира. Ледники. – М.: Мысль, 1989, -448 с.
2. Котляков В. М. Подвижки ледников Памира в первые 20 лет XXI века / В. М. Котляков, Л.В. Десинов, С.Л. Десинов, В.А. Рудаков // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2020. – Т. 495. – № 1. – С. 64-68. – DOI 10.31857/S2686739720110080.

For authors

Rules for article configuration submitted to the journal “CRYOSPHERE” of the State Scientific Institution “Center for Glacier Research of the National Academy of Sciences of Tajikistan” for publication

The journal “Cryosphere” of the State Scientific Institution “Center for Glacier Research of the National Academy of Sciences of Tajikistan” covers original and most significant results of scientific research in the field of cryosphere, glaciology, climatology, meteorology, hydrology, ecology and sanitation.

Article configuration

The article should be written in a concise form, well edited and carefully checked. The manuscript should be submitted in Tajik, Russian or English as a file in MS Word format (.doc or .docx), in standard Times New Roman font, 14 point font, with one and a half line spacing.

The maximum allowed length of the article is 14 pages or 40000 characters including spaces. Figures are also taken into account in the volume of the article (a figure per page is equal to 1800 characters). The volume of commissioned articles is determined by the editorial staff.

Lines within a paragraph should not be entered manually (“soft” input, spaces, tabs, etc.). The end-of-paragraph symbol (§ - “Enter”) should be placed only at the end of a paragraph.

Do not type more than one space between words, do not space within a word, do not indent paragraphs with paragraph indents, do not separate punctuation marks with spaces from the preceding word. There should be no hyphenation in words.

The beginning of the article in the original language is indented:

- Universal Decimal Classification (UDC) number
- Author's initials and surname (capital letters)
- Title of the article (capital letters)
- Name of the organization where the work was completed (first author)
- Short abstract (150-250 words)
- Key words (3 - 5)
- At the end of the article, information is provided in English and Tajik in the same sequence.

The article should contain:

- short introduction
- research objective
- materials and methods of research
- research results and discussion
- conclusion
- list of references

The file with the text of the article should contain the following information about the author(s):

- Full list of authors (initials and surnames). It is necessary to indicate which of the authors is responsible for the correspondence.

- The main place of work of each author (if any) in nominative case, position held, academic degree, title of the author(s). If the authors work in different organizations, it should be clear who works in which organization. If all authors of the article work or study in the same institution, it is possible not to indicate the place of work of each author separately.
- E-mail address of the author responsible for correspondence.

Example of drawing caption. Figure 1. Title of the figure. (centered). Figure title. (placed in the center)

Figure 2. Title of the figure. (Times New Roman, font size 12)

Tables and formulas

Formulas, tables and schemes are organized using the standard toolbar.

Example of table titles,

Table 1.

Table title. (placed above the table, centered)

Table 2

Table title

A reference to the main source is indicated under the table

List of references

The reference list should contain bibliographic information about all publications mentioned in the article and should not contain references to works that are not cited in the text. References to unpublished works are not allowed. References in foreign languages remain in the original version.

References to the cited literature are given in square brackets, e.g.: [1], [1,3-5]. The list of references is given in a general list (under the heading "Literature") in the order of mentioning in the text and is arranged as follows:

For books: author's surname and initials, full title of the book, place of publication, publisher, year of publication, volume or issue, total number of pages.

For periodical publications: surname and initials of the author, title of the publication, year of publication, volume, number, first and last pages of the article:

A dash is placed before the place of publication, a colon between the place of publication and the publisher, a comma before the year of publication, and a dash before the name of the journal.

For example:

1. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Природа Мира. Ледники. – М.: Мысль, 1989, -448 с.
2. Котляков В. М. Подвижки ледников Памира в первые 20 лет XXI века / В. М. Котляков, Л.В. Десинов, С.Л. Десинов, В.А. Рудаков // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2020. – Т. 495. – № 1. – С. 64-68. – DOI 10.31857/S2686739720110080.

«КРИОСФЕРА»

Мухаррир: М. Кенчаев
Ороишгар: Х. Д. Наврузшоев
Мусахҳеҳ: Н. О. Бахтибекова