

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



# КРИОСФЕРА CRYOSPHERE

№ 3 (3) 2021

Душанбе  
2021



ISSN 2789-8326

## КРИОСФЕРА

Муассиси маҷалла:

### **МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ ИЛМИИ «МАРКАЗИ ОМУЌИШИ ПИРЯХҲОИ АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОЧИКИСТОН»**

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

**Сармуҳаррир:** Абдулхамид ҚАЮМОВ – академики Академияи байналмилалӣ оид ба бехатарии ҳаёт, академики Академияи муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон, профессор

**Муовини сармуҳаррир:** Алишо ШОМАҲМАДОВ – номзоди 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 – номзоди илмҳои география;  
Амриддин САМИЕВ – номзоди илмҳои география;  
Муборакшо ТАБАРУКОВ – номзоди 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, З. Қ. Кабутов.** Пешгӯйии чараёни дарёи Вахш дар асоси модели SRM ва MODSNOW бо истифода аз маълумоти мохворагӣ..... 8-19
2. **А. Қ. Қаюмов, Ҳ. Д. Наврузшоев.** Вазъияти ҳозираи яхбандии шохоби Вуждараи ҳавзаи дарёи Ғунд дар шароити тағйирёбии иқлим..... 20-29
3. **А.Қ. Қаюмов, Н. М. Некқадамова.** Яхбандӣ ва речаи гидрологии дарёи Бартанг дар шароити тағйирёбии иқлим..... 30-43
4. **А. Қ. Қаюмов, А. М. Шомахмадов.** Хусусиятҳои офатҳои табиӣ асосии ба ҳудуди Тоҷикистон таҳдидкунанда..... 44-59
5. **А. Қ. Қаюмов, А. М. Шомахмадов, А. Б. Боқизода.** Нақши пиряхҳои ҳавзаи дарёи Зарафшон дар ташаккули захираҳои обӣ ва гидроэнергетикии минтақа..... 60-69
6. **А. Қ. Қаюмов, К. Муслимов, Х. Қ. Кабутов.** Таҳлили масоҳати пиряхҳои дарёи Оби Занки ҳавзаи Оби Хингоб..... 70-77
7. **А. Қ. Қаюмов, А. Х. Давлятова, Х. Қ. Кабутов.** Ҳавзаи дарёи Батрут ва вазъи имрӯзаи пиряхҳои он дар шароити тағйирёбии иқлим..... 78-87



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 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-минерологических 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», 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1. **А. К. Каюмов, З. К. Кабутов.** Прогноз стока реки Вахш на основе моделей SRM и MODSNOW с использованием спутниковых данных.. 8-19
2. **А. К. Каюмов, Х. Д. Наврузшоев.** Изучение состояния оледенения верховья реки Вуждара дистанционным методом..... 20-29
3. **А. К. Каюмов, Н. М. Неккадамова.** Оледенения и гидрологический режим реки Бартанг в условиях изменения климата..... 30-43
4. **А. К. Каюмов, А. М. Шомахмадов.** Особенности основные природных стихийных бедствий, угрожающих территории Таджикистана ..... 44-59
5. **А. К. Каюмов, А. М. Шомахмадов, А. Б. Бокизода.** Вклад ледников бассейна реки Зеравшан в формирование водных и энергетических ресурсов территории..... 60-69
6. **А. К. Каюмов, К. Муслимов, Х. К. Кабутов.** Оценка состояния ледников реки Оби Занки бассейна реки Оби Хингоу..... 70-77
7. **А. К. Каюмов, А. Х. Давлятова, Х. К. Кабутов.** Современное состояние ледников бассейна реки Батрут в условиях изменения климата..... 78-87



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, 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», 2021

## CONTENT

1. **A. K. Kayumov, Z. K. Kabutov.** Flow forecast of the Vakhsh river based on the models SRM and MODSNOW satellite data ..... 8-19
2. **A. K. Kayumov, H. D. Navruzshoev.** Current state of glaciation of the Vuzhdara inflow of the Gunt river basin under the conditions of climate change..... 20-29
3. **A.K. Kayumov, N. M. Nekkadamova.** Glaciations and hydrological regime and the Bartang rivers in the conditions of climate change..... 30-43
4. **A. K. Kayumov, A. M. Shomahmadov.** Features of the main natural disasters threatening territory of Tajikistan..... 44-59
5. **A. K. Kayumov, A. M. Shomakhmadov, A. B. Bokizoda.** Contribution of the glaciers of the Zeravshan river basin to the formation of water and energy resources of the territory..... 60-69
6. **A. K. Kayumov, K. Muslimov, Kh. K. Kabutov.** Assessment of the Obi Zanki river glaciers of the Obi Hingou river basin..... 70-77
7. **A. K. Kayumov, A. KH. Davlyatova, Kh. K. Kabutov.** The Batrut river basin and the present state of the basin glaciers under the conditions of climate change..... 78-87

УДК 556.5

А. К. КАЮМОВ, З. К. КАБУТОВ

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОКА РЕКИ ВАХШ НА ОСНОВЕ**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ СНЕГОТАЛОГО СТОКА С**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ MODSNOW ПО**  
**СНЕЖНОМУ ПОКРОВУ**

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана»<sup>1</sup>*

*Проведена оценка состояния водности реки Вахш с использованием спутниковых снимков Modis на период 2016 -2021 годов с помощью модели снеготалого стока (SRM). Научная новизна работы заключается в том, что за последние 70 лет впервые проводится подробное описание карты водосборного бассейна реки Вахш и его состояния в ходе глобального потепления, что позволяет определить стратегии и перспективы исследования бассейна.*

**Ключевые слова:** Река Вахш, ледник, снежный покров, сток, спутниковые данные, моделирование, SRM,

**Введение**

На сегодняшний день 95% энергетики Таджикистана основано на использовании гидроэнергоресурсов речного стока. Согласно стратегии экономического развития, принятой Правительством республики, такое же место гидроэнергетика будет занимать и в будущем [5].

При этом речные водные ресурсы отличаются большой изменчивостью, среднемноголетний сток даже наиболее крупных рек может меняться от года к году в два и более раз [5]. Естественно, что в таких же пропорциях будет меняться и потенциально возможная годовая выработка электроэнергии на сооружаемых на таких реках гидроэлектростанциях. Поэтому прогноз многолетней водности рек очень важен для планирования работы ГЭС и определения её экономических показателей.

---

*Адрес для корреспонденции:* Каюмов Абдулхамид, Кабутов Зохиришо Курбонджонович. 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, пр. Рудаки, 33, “Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана”. E-mail: [abdkaumov@mail.ru](mailto:abdkaumov@mail.ru); [kabutovzohirsoh@gmail.com](mailto:kabutovzohirsoh@gmail.com)

Использование гидроресурсов реки Вахш возможно, только если имеется надежный прогноз водного стока. Для прогноза стока горных рек используется модель снежного стока (SRM), разработанная швейцарскими и американскими учеными. SRM предназначена для моделирования стока горных рек и показала свою работоспособность во многих горных странах, в том числе и в горах Средней Азии [6]. В отличие от других методов моделирования SRM дает дополнительные преимущества в прогнозировании стока рек за счет: применения ко все более крупным бассейнам, она также может применяться для оценки влияния изменения климата на сезонный снежный покров, моделирование суточных стоков в сезон снеготаяния, в течение года или в последовательности лет, краткосрочные и сезонные прогнозы стока.

Река Вахш протекает через весь Таджикистан с северо-востока на юго-запад, пересекая все основные высотные и климатические пояса и вбирая в себя по пути большое количество крупных и мелких притоков. Поэтому водный сток Вахша и его изменчивость являются характерными для всего Таджикистана [2]. Одновременно р. Вахш обладает очень большим гидроэнергетическим потенциалом около – 251,15 кВт т.ч. в год [3]. На ней уже построена крупнейшая в республике Нурекская ГЭС, мощностью 3000 МВт, с самой высокой в мире каменно-земляной плотиной (300 м), Байпазинская ГЭС, мощностью 600 МВт и каскад Вахшских ГЭС из трех станций, общей мощностью 300 МВт. Сангтудинские ГЭС 1 и 2, мощностью соответственно 670 и 220 МВт и строится Рогунская ГЭС, мощностью 3600 МВт. В дальнейшем планируется возведение еще 10 новых ГЭС, с доведением общей мощности всех гидроэлектростанций в бассейне р. Вахш до 14980 МВт, с годовой выработкой электроэнергии – 53,36 млрд. кВт.ч. в год [4].

**Цель исследования** – оценка современного состояния водности реки Вахш в условиях изменения климата для прогнозирования стока реки Вахш на 2022г.

## Территория исследования

Большая часть бассейна расположена в пределах Памиро-Алайской горной системы. В верховье она называется Сурхоб и течёт на запад. Приняв слева реку Оби-Хингоу, получает название Вахш и поворачивает на юго-запад.



Рис. 1. Карта Таджикистана с выделением реки Вахш

Река Вахш течёт преимущественно в узкой долине, местами превращающуюся в глубокое ущелье. В 170 км от устья выходит в Вахшскую долину, где разбивается на рукава, вода которых используется для орошения и водоснабжения. Длина составляет 524 км, бассейн - 39 100 км<sup>2</sup>, расход воды - 660 м<sup>3</sup>/с.

Питание преимущественно ледниково-снеговое, в меньшей степени дождевое. Половодье наблюдается в период интенсивного таяния ледников: с мая по сентябрь, межень в ноябре-апреле. Средний расход в среднем течении 660 м<sup>3</sup>/сек, наибольший (в июле) — 3120 м<sup>3</sup>/сек, наименьший (в феврале) — 130 м<sup>3</sup>/сек. Воды Вахша, как и других центральноазиатских рек, отличались большой мутностью (4,16 кг/м<sup>3</sup>), но после постройки Нурекской ГЭС стали прозрачными.

Опорной метеорологической станцией для расчета температуры воздуха и осадков является станция Лахш, высота над уровнем моря 2000 м.

Район Лахш и прилегающие к нему территории (39 с.ш., 71 в.д.) представляет собой водосборный бассейн реки Вахш площадью 29186 км<sup>2</sup>. Высота этого бассейна колеблется от 1107 до 7495 метров.

### Методика моделирования стока реки Вахш

Для расчетов картографических данных использовалась модель в проекции UTM WGS84 с разрешением 200 м.

Таблица 1.

Гипсометрические данные бассейна реки Вахш

Номер высотной зоны	Высотные отметки зоны			Площадь зоны	
	Минимальная	Максимальная	Медианная	км <sup>2</sup>	%
1	1107	2949	1668	1519	5.2
2	1950	2749	2400	4459	15.3
3	2750	3549	3200	8929	30.6
4	3550	4349	3900	7698	26.4
5	4350	5149	4637	4977	17
6	5150	5949	5360	1422	4.9
7	5950	6745	6160	171	0.6
8	6759	7495	6800	11	0.0
Весь бассейн				29186	100

При использовании SRM необходимо указать параметры и переменные модели. Эти требования состоят из спутниковых данных, данных наземных станций и вспомогательных карт. Наборы данных, использованные в этом исследовании, которые были разделены на три группы, описаны в таблице 2.

## Наборы данных, используемых для моделирования снежного стока

Наборы данных		
Спутниковые данные	Метеорологические и гидрологические данные	Геологические данные и топографическая информация
Снежный продукт MODSNOW	Среднесуточные температуры метеостанции	Цифровая модель рельефа (DEM)
	Информация о дневном стоке - гидрологические станции	
	Ежедневная информация об осадках и снегопаде, дождемерные и снегомерные станции	

## Результаты исследования

На рис. 2 показан снежный покров водосборного бассейна реки Вахш на декабрь 2021 года и рис. 3 карта водосборного бассейна реки Вахш.

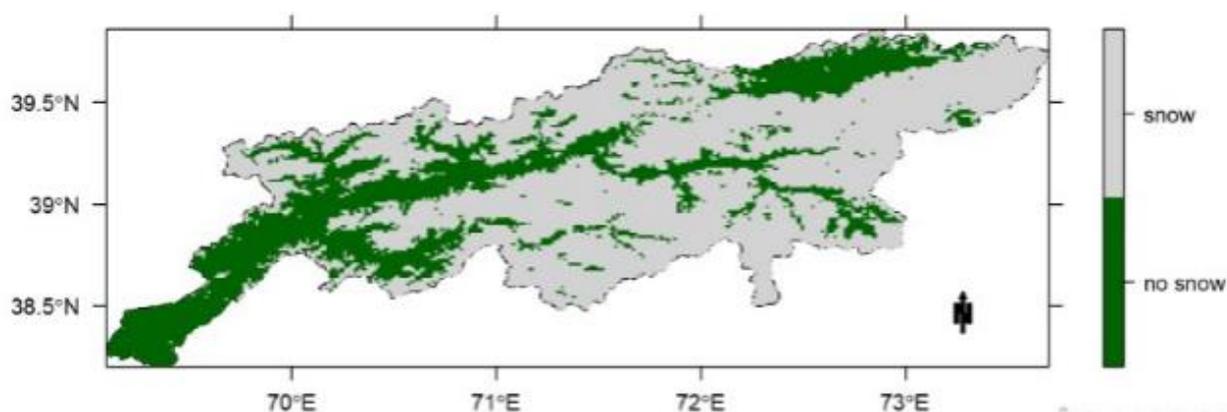


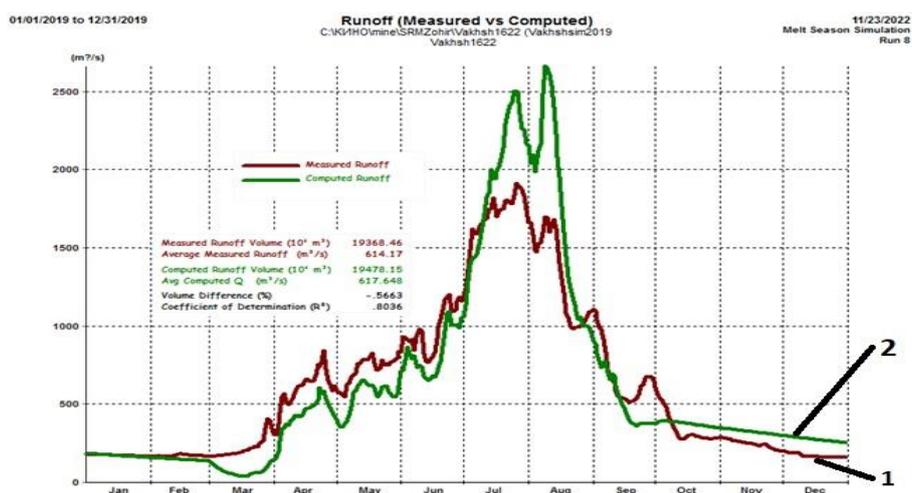
Рис. 2. Снежный покров водосборного бассейна реки Вахш на декабрь 2021 года

SRM выполняется для всего водного года 2018-2019 гг. Точность модели исследуется с помощью  $R^2$ , меры эффективности модели, и  $Dv$  в соответствии с уравнением (1) и (2) соответственно (Martinez, Rango et al., 1998).

$$D_V = \frac{V_R - \hat{V}_R}{V_R} * 100 \quad (1)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \hat{Q}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2} \quad (2)$$

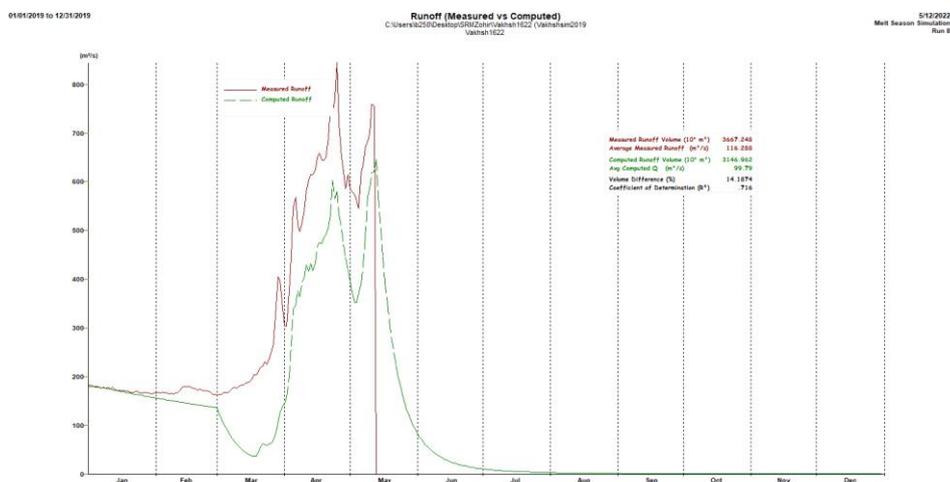
С помощью программы SRM было проведено моделирование стока реки Вахш на 2019 г. Годовой объем стока реки на 2019 измеренный 19.368 млрд м<sup>3</sup> со средним значением 0.614 млрд м<sup>3</sup>/с и рассчитанный программой 9.478 млрд м<sup>3</sup> со средним значением 0.617 млрд м<sup>3</sup>/с. Коэффициент детерминации R<sup>2</sup>=0.8 с разницей в объеме -0.56%.



**График 1. Сток реки Вахш на 2019 г. (красная линия (1) измеренный и зеленая линия (2) рассчитанный)**

Для прогноза стока в модели SRM в сезон снеготаяния использовали те же данные на 2019 год (максимальная минимальная температура, измеренный сток реки, осадки и коэффициент снежного покрова с начала года до 12 мая 2019 года). Результаты симуляции сезона снеготаяния измеренный сток 3.667 млрд м<sup>3</sup> со средним значением 0.116 млрд м<sup>3</sup>/с и рассчитанный на тот же период сток 3.146 млрд м<sup>3</sup> со средним значением 0.099 млрд м<sup>3</sup>/с, коэффициент детерминации R<sup>2</sup>=14.18 с разницей в объеме -0.71%

Для прогнозирования стока реки использовали данные до 12 мая расчетного года. Полученные данные показывают о стоке реки в измеренном объеме 3.667 млрд м<sup>3</sup> воды и рассчитанном 3.146 млрд м<sup>3</sup>.



**График 2. Сток реки Вахш с начала года до 12 мая 2019 г. (линия 1 измеренный и линия 2 рассчитанный)**

Используя данные прогноза погоды на месяц в программе, получили прогноз стока реки на месяц. Симуляция показала прогнозируемый сток в объеме 1.783 млрд м<sup>3</sup> (спрогнозированный), а измеренный сток на тот же период составляет 2.208 млрд м<sup>3</sup>.

Симулируя прогноз, на месяц, добавляя данные о максимальной и минимальной температуре, осадки и коэффициент снежного покрова с 13 мая 2019 по 12 июня 2019 года были получены следующие результаты: измеренный сток остался прежним, так как данные измеренного стока были удалены из модели начиная с 13 мая 2019 г. Рассчитанный сток составил 4.929 млрд м<sup>3</sup> со средним значением 0.156 млрд м<sup>3</sup>/с, коэффициент детерминации  $R^2 = -0.24$  с разницей в объеме -34.4%.

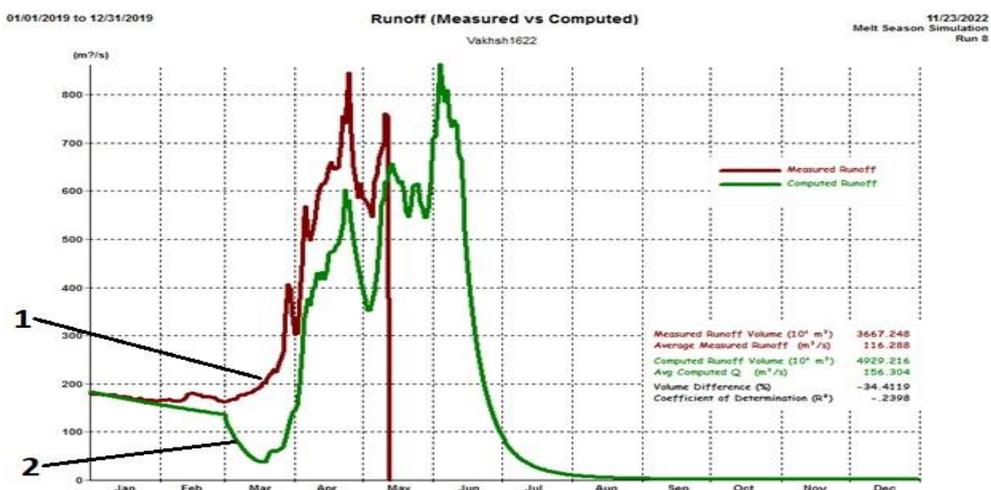


График 3. Сток реки Вахш с начала года до 12 мая 2019 г. с прогнозом на месяц до 12 июня 2019 г. (линия 1 измеренный и линия 2 рассчитанный)

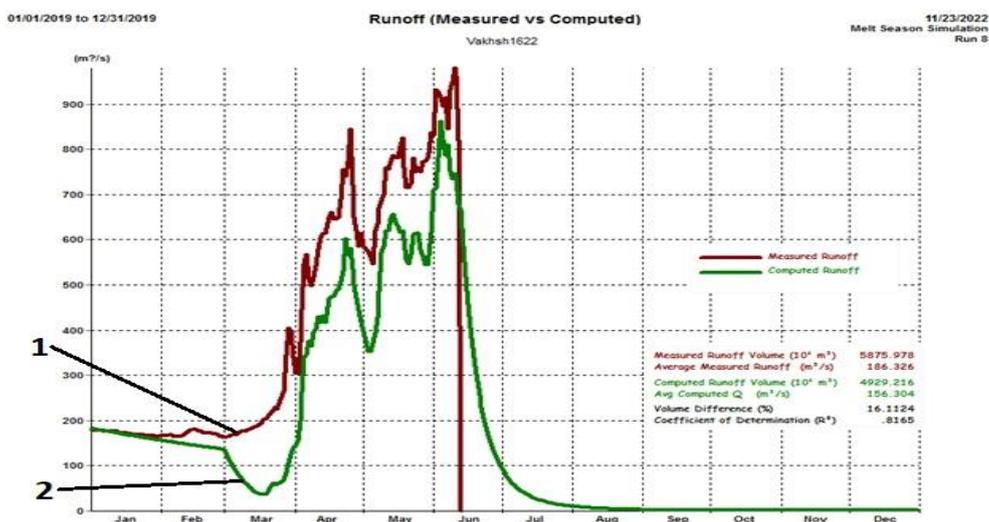


График 4. Сток реки Вахш с начала года до 12 июня 2019 г. (линия 1 измеренный и линия 2 рассчитанный)

Таким образом, используя SRM, был сделан предварительный прогноз стока реки Вахш на 2022 г. с учетом выпавших осадков в осенне-зимний период 2021 г.

По расчетам сток реки на 2022 г. составит 19.940 млрд м<sup>3</sup> со среднегодовым значением в 0.632 млрд м<sup>3</sup>/с. Ниже, на графике 5 приведен прогноз стока. По сравнению с предыдущими годами сток реки составлял, начиная с 2016 года - 20.283 млрд м<sup>3</sup>, 2017 - 22.748, 2018 – 18.536, 2019 – 19.368 и на 2020 – 17.753 млрд м<sup>3</sup>.

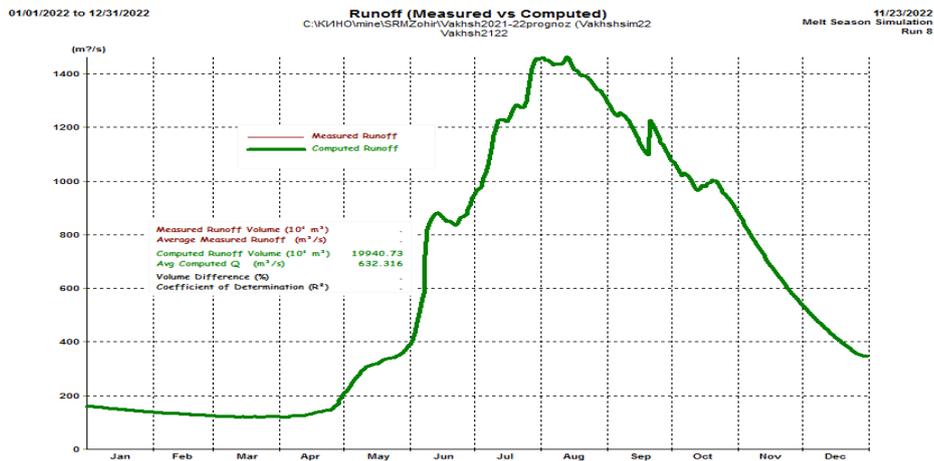


График 5. Прогноз стока реки Вахш на 2022 г.

## Обсуждение

Различия между измеренным и смоделированным стоком в основном проявляются перед сезоном снеготаяния, когда сток является результатом дождя, а не талой воды. Также в течение нескольких дней после сильного дождя моделирование реальной реакции стока требует дополнительных исследований, связанных с бассейном.

Результаты показывают, что этот подход потенциально может быть реализован в проекте для мониторинга площади снежного покрова (SCA). Это может быть полезно для управления водными ресурсами как для менеджеров, так и для пользователей, в то время как график орошения будет определяться на основе информации о расчетном стоке в конце сезона. Недельные и двухнедельные прогнозы могут быть рассчитаны с использованием максимальной и минимальной температуры, осадков и SCA за последние десять лет, чтобы адаптировать и откалибровать SRM для конкретного тематического исследования. SCA на основе продукта MODSNOW из-за его использования в приложении, а также простоты доступа и процесса может быть полезен в этом приложении.

По данным автора статьи [9] до 2020 года водность реки Вахш будет выше средней примерно на  $0,7 \text{ км}^3$ , а затем наступит маловодный период, который продлится до 2050 г.

Полученные нами результаты показывают, что водность реки Вахш, с 2010 по 2020 гг. выше средней на 0,14 км<sup>3</sup> в период на 2020-21 гг. не наблюдаются маловодия и сток реки варьирует от среднего на 2%.

**Рекомендации.** Дальнейшие усовершенствования могут быть внесены для достижения лучших результатов путем проверки модели с помощью наблюдаемых данных о стоке, запуска модели в течение более длительного времени, и использования оптических данных высокого разрешения об отсутствии облаков или микроволновых данных для оценки стока таяния снега.

### **Заключение**

Результаты расчетов показывают разницу в объеме между прогнозируемым и измеренным от 30% до 40%. Для более точного прогнозирования с программой SRM необходимы более точные измерения параметров снеготаяния и дождевого стока. Прогнозирование стока на краткосрочной и долгосрочной перспективе требует работы с большими объемами данных. Необходимость прогноза стока реки имеет важное значение для ирригации и предупреждения селевых потоков и для перспектив в планировании работы гидроэлектростанции объема поступающей воды.

### **Список литературы**

1. Абдуллаева Ф. С. и соавт. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. Л.: Недра, 1965. -658 с.
2. Каталог Ледников. 1979. Т. 14, Средняя Азия; Вып. 3, Амударья; Ч. 14, Бассейн р. Бартанг. Гидрометеоздат.
3. Каюмов А., Махмадалиев Б., Новиков В. Второе национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. -Душанбе, 2008. – 86 с.
4. Каюмов А., Махмадалиев Б., Новиков В., Каримов Ю. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата - Душанбе, 2003. - 234 с.

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

6. Методическое указание. Метод краткосрочного прогноза стока реки Вахш, приток воды в Нурекское водохранилище на основе модели SRM. г. Ташкент, 2020

7. Петров Г. Н., Халиков Ш. Х. – Экономика Таджикистана: стратегия развития. 2006, № 3, с. 97-118.

8. Петров Г. Н., Норматов И.Ш., Леонидова Н. В. – Водные ресурсы Центральной Азии, №12004, С.35-49.

9. Шульц В.Л. Реки Средней Азии / В.Л. Шульц. -Л.: 1965. -691с.

10. Petrov G. - Central Asia and the Caucasus. Journal of social and Political Studies. Sweden, 2003, №3 (21), p. 153-161.

11. Petrov G. – Tajikistan's Energy Projects: Past, Present, and Future, №5(29), 2004, p.93-103.

12. Snowmelt Runoff Model (SRM). Users Manual. Jaroslav Martines, Albert ango, Ralph Roberts, 2008 г.

13. <http://www.ars.usda.gov/services/software/download.htm?softwareid=7>

14. <http://winsrm.software.informer.com/>

15. [www.rp5.ru](http://www.rp5.ru)

А. Қ. ҚАҶУМОВ, З. Қ. КАБУТОВ

**ПЕШГУҶИИ ЧАРАЁНИ ДАРЁИ ВАХШ АЗ РҶИИ МОДЕЛИ  
ЧАРАЁНИ БАРФ БО ИСТИФОДАИ МАЪЛУМОТИ МОҲВОРАИИ  
MODSNOW ДАР БОРАИ БАРФ**

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

**Суроғаи электронӣ [abdkaumov@mail.ru](mailto:abdkaumov@mail.ru); [kabutovzohirsoh@gmail.com](mailto:kabutovzohirsoh@gmail.com)**

*Арзёбии мизони оби дарёи Вахш бо истифода аз аксҳои моҳвораи Модис барои солҳои 2016 - 2021 бо истифода аз модели обшавии барф (SRM) анҷом дода шуд. Навовариҳои илмӣ кор дар он аст, ки дар давоми 70 соли охир бори нахуст тавсифи муфассали харитаи ҳавзаи обпартои дарёи Вахш ва ҳолати он ҳангоми гармиавии глобалӣ гузаронида шудааст, ки стратегия ва имкониятҳои омӯзиши ҳавзаро муайян кардан мумкин аст.*

**Калидвожаҳо:** дарёи Вахш, пирах, қабати барф, чараёни об, маълумоти моҳвораӣ, SRM, моделсозӣ.

A. K. KAYUMOV, Z. K. KABUTOV

**FORECASTING THE FLOW OF THE VAKHSH RIVER BASED ON  
THE SNOW FLOW MODEL USING MODSNOW SATELLITE DATA FOR  
SNOW COVER**

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

*Email: [abdkaumov@mail.ru](mailto:abdkaumov@mail.ru); [kabutovzohirsoh@gmail.com](mailto:kabutovzohirsoh@gmail.com)*

*The assessment of the water content of the Vakhsh River was carried out using Modis satellite images for 2016-2021 using the snowmelt runoff model (SRM). The scientific novelty of the work lies in the fact that over the past 70 years, for the first time, a detailed description of the map of the drainage basin of the Vakhsh River and its state during global warming has been carried out, which makes it possible to determine strategies and prospects for studying the basin.*

**Key words:** Vakhsh River, glacier, snow cover, runoff, satellite data, SRM, modeling.

УДК 551.324.63

А. К. КАЮМОВ, Х. Д. НАВРУЗШОЕВ

**ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОЛЕДЕНЕНИЯ ВЕРХОВЬЯ РЕКИ**  
**ВУЖДАРА ДИСТАНЦИОННЫМ МЕТОДОМ**

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана»<sup>1</sup>*

*Целью работы является оценка состояния ледников притока реки Вуждара бассейна реки Гунт в период с 1968-2020 гг. для разработки мер по снижению ущерба от возможного стихийного бедствия. Для этого были использованы космические снимки со спутников CORONA KH-4B (1968 г), LANDSAT 7 ETM+ (2000 г) и Sentinel 2A (2020 г).*

*Проведённый анализ показал, что в системе оледенения реки Вуждара происходили значительные изменения, в частности языковая часть ледника № 538, отступила на 545 м., а в целом площадь оледенения данного водосбора уменьшилась на 0,329 км<sup>2</sup> или на 4,9 %. Приведены рекомендации по разработке плана мероприятий по превентивному снижению уровня риска (ледопада) до начала капитальной реабилитации автомобильной дороги Душанбе-Кульма.*

**Ключевые слова:** деградация ледников, дистанционное зондирование, GIS, изменение климата, река Гунт, Вуждара, геориски.

**Введение**

“Таджикистан является одной из стран, наиболее подверженных стихийным бедствиям. Стихийные бедствия оказывают негативное воздействие на населенные пункты, унося жизни людей, разрушая инфраструктуру и создавая препятствия для дальнейшего социально-экономического развития. В связи с этим, проведение оценок риска стихийных бедствий является крайне актуальным направлением. В настоящее время в Таджикистане в практике оценки природных рисков используется ряд методологий (MECO, FOCUS), разработанных международными организациями, работающими в сфере снижения риска стихийных бедствий” [3, 10].

---

*Адрес для корреспонденции:* Каюмов Абдулхамид Каюмович, Наврузшоев Хофиз Довутшоевич. 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, пр. Рудаки, 33, “Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана”. E-mail: abdkauimov@mail.ru; nhd140704@gmail.com

Мониторинг отдаленных геологических опасностей на территории Республики Таджикистан (РТ) на данный момент в основном ведется в ГНУ «Центре изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана», Главном управлении геологии при Правительстве РТ, Комитете по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве РТ и др. [8].

Сокращение размеров горного оледенения в условиях изменения климата во всем мире на протяжении нескольких десятилетий активно обсуждается в научном сообществе [3].

Оценка опасных природных явлений и анализ присутствующих с ними рисков, вызванных пульсацией и динамикой горных ледников, в условиях глобального потепления становится одной из актуальнейших проблем гляциологии и инженерной геологии. Отступление ледников в горах создает вероятность возникновения опасных геоморфологических процессов. Наиболее распространенными из них являются прорыв образующихся приледниковых озер, камненные осыпи и сплывы, оседания и обвалы склонов, ледниковые обвалы [4-6].

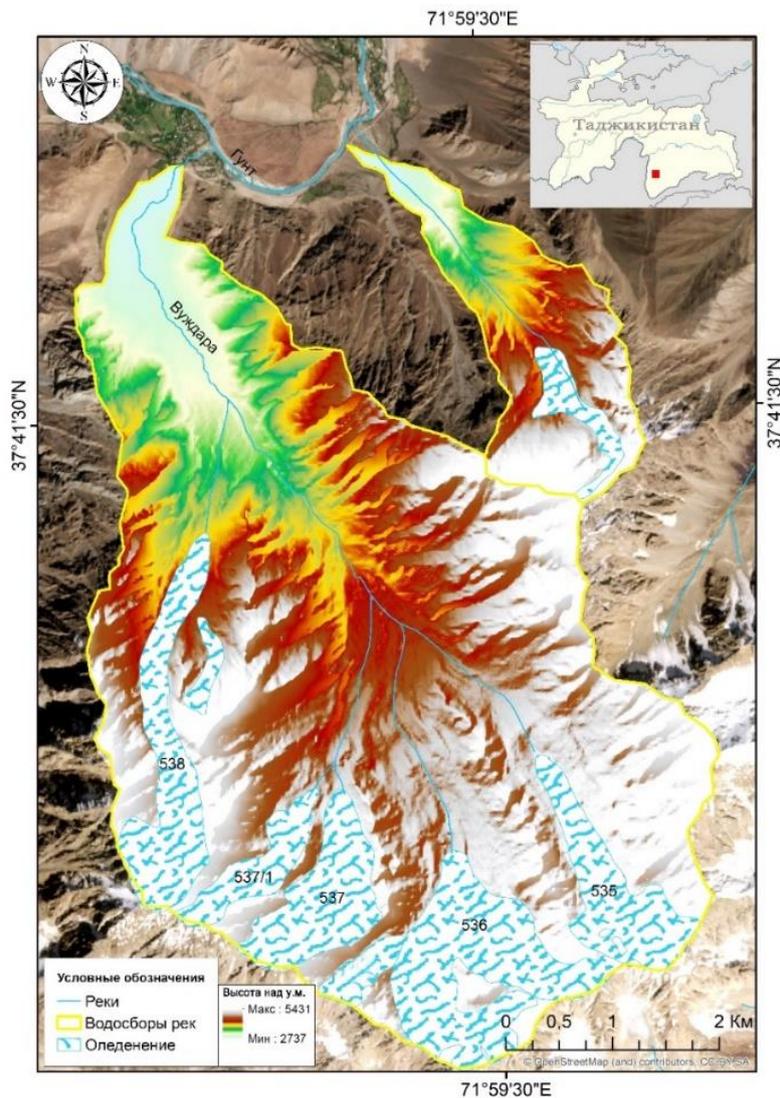
Цель данной работы заключается в изучении современного состояния оледенения верховья реки Вуждара, а также в привлечении внимания специалистов для более детальной оценки угроз образования ледопада при обвале идентифицированного висячего ледника и предоставлении рекомендаций по снижению возможного риска стихийных бедствий.

### **Место исследования**

Река Вуждара левый приток реки Гунт, расположена на 55 км от города Хорога административного центра Горно-Бадахшанской Автономной Области. Длина реки составляет - 8,2 км, а площадь водосбора - 29,7 км<sup>2</sup>. Река берёт начало на высоте 4400 м над у. м. от ледников № 535-537 и впадает в реку Гунт у кишлака Вуж расположенного на высоте 2717 м над у. м.

Оледенение Вуждары развито не очень сильно. Всего в верховье реки Вуждара по данным Каталога ледников СССР [2] находятся 3 ледника с общей площадью 4,1 км<sup>2</sup>. Также в данной долине находится ещё один пульсирующий

ледник № 538 [7] с площадью 0,8 км<sup>2</sup> река которой в Каталоге ледников СССР проведена прямо к главной реке Гунт, но современные данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) дают нам возможность определить с точностью притоки всех ледников, определено, что данный ледник тоже находится в долине Вуждара. По данным ДЗЗ 2020 года в верховье Вуждара находятся 6 ледников (> 0,1км<sup>2</sup>) с площадью 6,3 км<sup>2</sup>. Сложно - долинный ледник № 537 разделился на две части (рис. 1) и сейчас состоит из двух долинных ледников, которые нумерованы как № 537 и № 537/1.



**Рис. 1. Водосборы рек с высотным рельефом местности с указанием оледенения**

## **Методы исследования**

Для оценки современного состояния и динамики ледников верховья реки Вуждара были использованы спутниковые снимки разного пространственного разрешения в период с 1968 по 2020 гг. Пространственное разрешение использованных снимков со спутника CORONA KH-4B составляет 2 метра (1968 г.), со спутника LANDSAT 7 ETM+ с применением комбинации каналов с привлечением панхроматического канала 15 метров (2000 г.) [1] и со спутника Sentinel 2A с разрешением 10 метров (2020 г.). Указанные снимки переводились к единой координатной системе WGS 1984 г. UTM Zone 43N, анализировались в программе ArcMap 10.5 и использовались для расчёта изменения площадей открытых частей ледников и оценки положения их концов в период с 1968 по 2020 гг. Контуры ледников обрабатывались вручную с привлечением контура ледников базы GLIMS.

## **Результаты исследования и обсуждение**

При дешифрировании ледников бассейна реки Гунт с правой стороны от долины Вуждара внутри цирка хребтов идентифицирован висячий ледник с отделившейся языковой частью от основного ледника. Образовавший затор за счет упавшего ледника в долине способствует накоплению снега. Возникают условия для возрождения нового ледника. Обычно эти ледники называются возрождёнными [5]. Данный ледник является очень опасным объектом стихийного бедствия на территории бассейна реки Гунт. Его опасность заключается в том, что при ледопаде происходит удар по нижележащей части уже образовавшегося возрождённого ледника, в результате которого обрушивается часть ледника, и с высокой скоростью ледопад вместе с обломочным материалом движется вниз по долине, разрушая международную автомобильную дорогу Памирского тракта М-41, а также может привести к человеческим жертвам. Также камнепады могут перекрыть русло реки Гунт и образовать озеро, которое может затопить жилые дома, находящиеся выше по течению.



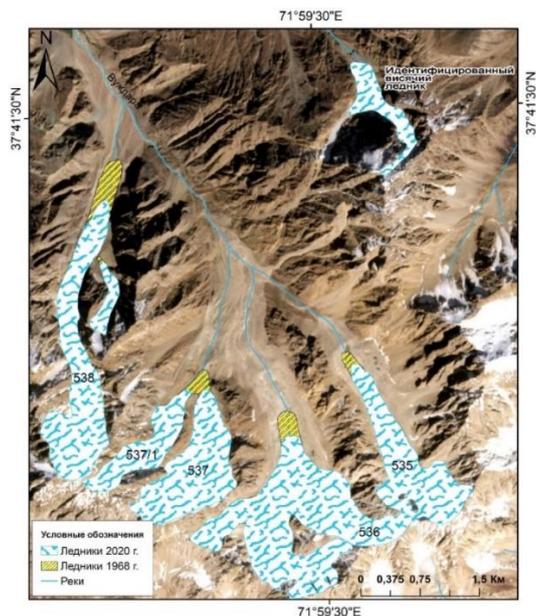
(А) (Б)  
**Рис. 2. Идентифицированный висячий ледник. А - Фото Google Earth 2021 года, Б – фотография полевых работ 2021 года**

Стоит отметить что данный ледник отсутствует в Каталоге ледников СССР, который из-за расположения склона скорее всего не был идентифицирован при облёте и на аэрофотоснимках. Ещё один фактор, который затрудняет процесс его идентификации это покрытие его поверхности обломочным материалами лавин, камнепадов и ледопадов. Однако при геодезических съёмках которые были произведены с целью создания топографических карт местности данный ледник был идентифицирован и добавлен в топокарту.

Ледники № 526 и № 538 являются пульсирующими [7] и ледопады внутри этих ледников очень заметны на космических снимках, например, зигзагообразные гряды морен, фотографируя которые можно судить об основных чертах поведения пульсирующих ледников. Как известно, ледниковые пульсации имеют периодический характер и обусловлены динамической неустойчивостью самих ледниковых систем. Периодические

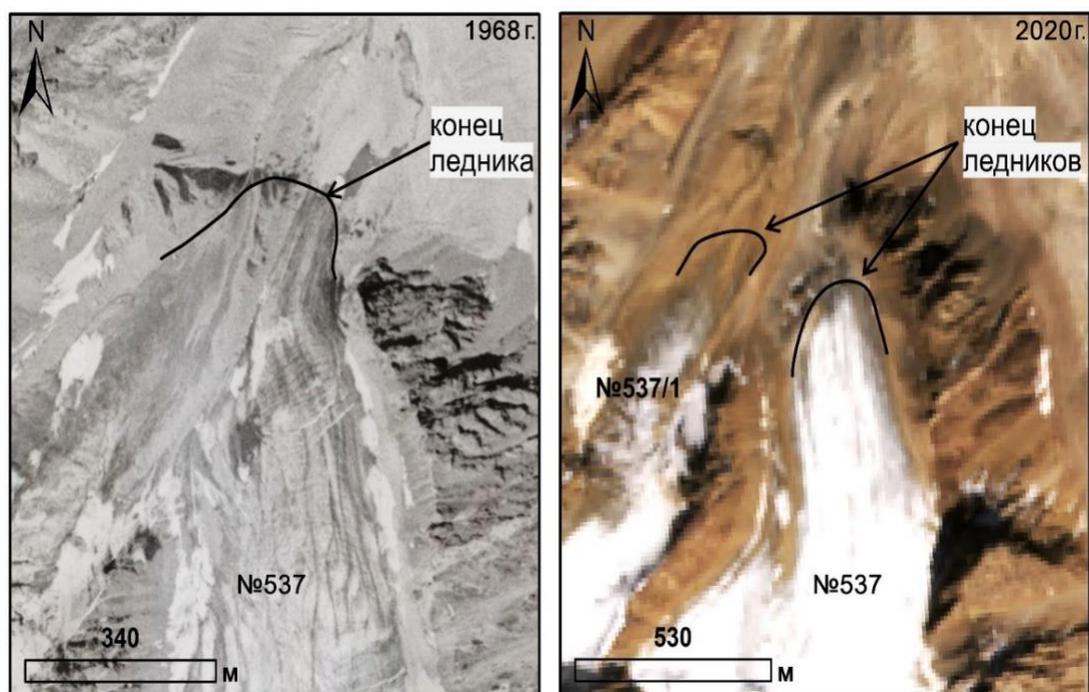
автоколебания ледников приводят к скачкообразному перераспределению вещества без изменения его общей массы [4].

Результаты исследований и обработки космических снимков показывают, что в 1968 году площадь ледников изучаемой местности составляла 7 км<sup>2</sup>, а в 2020 году данная площадь уменьшилась на 0,329 км<sup>2</sup> (4,9 %) и составляет 6,67 км<sup>2</sup> (с учётом идентифицированного ледника) (рис. 3). В 2000 году площадь данных ледников составляла 6,8 км<sup>2</sup>.



**Рис. 3. Деградация ледников верховья реки Вуждара в период с 1968 по 2020 гг.**

По данным космического снимка высокого разрешения 1968 года со спутника CORONA KH- 4B ледник № 537 не разделён на части, а на снимках со спутника Sentinel 2A 2020 в результате отступления его языковой части ледник разделён на две части (рис. 3, 4).



**Рис. 4.** Деградация ледников верховья реки Вуждара в период с 1968 по 2020 гг.

Пульсирующий ледник № 538 в период наблюдений отступил на 534 метров, а его площадь сократилась на 0,149 км<sup>2</sup>, также за этот период его резкие подвижки не наблюдаются.

Идентифицированный висячий ледник в соседнем притоке справа от долины Вуждара является очень опасным и его обвал может привести к серьёзным последствиям и ущербу социального и экономического характера. Стоит отметить, что данный ледник в период наблюдений не менялся и его языковая часть находится в очень неблагоприятном месте, после которого начинается обрыв с высотой падения 150 метров.

## **Заключение**

Полученные результаты ещё раз позволили подтвердить факт ускоренной деградации и обвала ледников, а также отступления их языковых частей, что для ледника № 538 притока Вуждары составляет более 500 метров.

Зарегистрированный висячий ледник является опасным объектом стихийного бедствия, с риском обрушения со склона приводящим к образованию камнепадов, содержащих огромные глыбы льда.

Выявлено, что за период исследований площадь оледенения притока Вуждары сократилась на 4,9%, что привело к большими изменениями в структуре оледенения верховья этой реки.

Учитывая степени риска обвала ледника и возражденного ледника необходимо организовать постоянный мониторинг данного ледника с активным использованием дистанционного зондирования и экспедиционных работ.

## **Литература**

1. Васильчук Ю. К. Быстрое сокращение ледника большой Азау в Приэльбрусье на фоне стабильных климатических условий и возникающие при этом риски / Ю. К. Васильчук, Ю. Н. Чиждова, Н. А. Буданцева, Ю. С. Мухина // ГеоРиск. – 2010. – № 2. – С. 16-29.
2. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Выпуск 3. Амударья. Часть 6. Бассейн реки Сурхоб между устьями рек Обихингоу и Муксу. Гидрометеиздат, Л., 1971. - С. 35 – 39.
3. Каюмов А. К., Новиков В. В. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменение климата. -Душанбе, 2014. - 166 с.
4. Котляков В. М. Избранные сочинения в шести книгах. Книга 2. Снежный покров и ледники Земли. Наука, Москва, 2004 г., 448 стр.
5. Котляков В. М., Алексеев В. Р., Волков Н. В., Втюрин Б. И., Втюрина Е. А., Гросвальд М. Г., Донченко Р. В., Дюнин А. К., Канаев Л. А., Кренке

- А. Н., Лосев К. С., Перов В. Ф., Цуриков В. Л. Гляциологический словарь. Гидрометеиздат, - Ленинград. - 1984. - 564 с.
6. Лурье П. М. Изменение современного оледенения северного склона Большого Кавказа в XX в. и прогноз его деградации в XXI в / П. М. Лурье, В. Д. Панов // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 4. – С. 68-76.
  7. Осипова Г.Б., Цветков Д. Г., Щетинников А.С., Рудак М. С. Каталог пульсирующих ледников Памира // Материалы гляциол. исследований. 1998. Вып. 85. С. 3–136.
  8. Руководство по региональной оценке, риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан» разработано в рамках проекта Программы по управлению риском стихийных бедствий (ПУРСБ) ПРООН, Душанбе, - 2013. - 71 с.
  9. Сафаров М. Т., Каюмов А. К. Влияние неблагоприятных, опасных и стихийных гидрометеорологических явлений на отрасли экономики в условиях изменения климата: Руководящий документ. Душанбе, 2013. - 51 с.
  10. 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.

А. Қ. ҚАҶУМОВ, Ҳ. Д. НАВРУЗШОЕВ  
**ВАЗЪИ ҲОЗИРАИ ЯХБАНДИИ ШОХОБИ ВУЖДАРАИ ҲАВЗАИ  
ДАРӢИ ҒУНД ДАР ШАРОИТИ ТАӢИРӢБИИ ИҚЛИМ**

*Барои арзӢбии ҳолати пирияхҳои шохоби дарӢи Вуждара дар ҳавзаи дарӢи Ғунд дар давраи солҳои 1968-2020 аксҳои моҳворавӣ CORONA KH-4B (1968), LANDSAT 7 ETM+ (2000) ва Sentinel 2A (2020) истифода шуданд.*

*Муайян карда шуд, ки дар давраи таҳқиқот дар системаи яхбандии болооби дарӢи Вуждара тағйироти калон ба амал омада, қисми забонаи пирияхи № 538 ба 545 метр ақиб рафта, майдони он 0,329 км<sup>2</sup> метр кам шудааст, ки ин 4,9% яхбандии умумии ҳавзаро ташиқил медиҳад.*

*Дар рафти таҳқиқот пирияхи овезон муайян карда шуд, ки барои он пеш аз оғози таҷдиди асосии шохроҳи Душанбе-Қулма бояд нақшаи чорабиниҳо оид ба наст кардани хатари нешгирикунанда (яхрезии) ба нақша гирифта шавад.*

**Калидвожаҳо:** дарӢи Ғунд, таназзули пирияхҳо, ташиқиси фосолавӣ, GIS, тағйирӢбии иқлим, Вуждара, георискҳо.

A.K. KAYUMOV, H.D. NAVRUZSHOEV  
**CURRENT STATE OF GLACIATION OF THE VUZHDARA  
INFLOW OF THE GUNT RIVER BASIN UNDER THE CONDITIONS OF  
CLIMATE CHANGE**

*In order to assess the state of the glaciers of the inflow of the Vuzhdara River in the Gunt River Basin in the period from 1968-2020, satellite images from CORONA KH-4B (1968), LANDSAT 7 ETM+ (2000) and Sentinel 2A (2020) satellites were used.*

*It was established that significant changes occurred during the period of research in the system of glaciation in the upper reaches of the Vuzhdara River, the tongue part of glacier № 538 retreated by 545 m, and the area of glaciation decreased by 0,329 km<sup>2</sup> or 4,9%.*

*During the study, a hanging glacier was identified, for which it is necessary to prepare an action plan for preventive risk reduction (icefall) before the start of the capital rehabilitation of the Dushanbe-Kulma highway.*

**Key words:** Gunt River, glacier degradation, remote sensing, GIS, climate change, Vuzhdara, georisks.

УДК 551.324.63

А. К. КАЮМОВ, Н. М. НЕККАДАМОВА

## **ОЛЕДЕНЕНИЯ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ БАРТАНГ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной  
академии наук Таджикистана»<sup>1</sup>*

*Целью работы является исследование гидрометеорологического режима и оледенения бассейна реки Бартанг в условиях изменения климата.*

*Спутниковые снимки были получены с портала Геологической службы США (USGS), в открытом доступе в исследуемом регионе с наименьшей облачностью и с датой съёмки, соответствующей концу периода таяния ледников (август - начало сентября).*

*Проведен сравнительный анализ метеорологических показателей базового года (1960-1990 гг.) и периода с 1990 до 2020 гг. Полученные данные показывают, что температура воздуха за весь период увеличивается, однако в 1960 - 1990гг. наблюдается рост суммы осадков, но с 1990 по 2020 гг. было выявлено уменьшение их количества, что приводит к изменению гидрологического режима реки Бартанг на фоне деградации ледников.*

**Ключевые слова:** река Бартанг, Памир, оледенения, ледник, гидрологический режим, температура, осадки, изменение климата.

### **Введение**

Актуальность данной работы определяется тем, что одним из существенных факторов деградации оледенения и изменения гидрологического режима рек является изменение климата в современных условиях [6-8].

Правые притоки реки Пяндж образуются на территории Таджикистана. Её крупными притоками считаются реки Бартанг, Гунт, Ванч, Язгулям, Памир, а также другие малые реки как Южная Кызылсу, Яхсу и др. [17]. Река Бартанг,

---

*Адрес для корреспонденции:* Каюмов Абдулхамид Каюмович, Неккадамова Нурафруз. 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, пр. Рудаки, 33, “Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана”. E-mail: [abdkaumov@mail.ru](mailto:abdkaumov@mail.ru); [nuriyashka94@mail.ru](mailto:nuriyashka94@mail.ru)

в верхнем течении имеет название Оксу (Аксу, Ак-Су), в среднем течении река именуется - Мургаб, ниже Сарезского озера - Бартанг.

По площади водосбора самым крупным притоком бассейна реки Пяндж является река Бартанг, её площадь равна 24700 км<sup>2</sup>, а длина составляет 558 км. Абсолютная водность реки составляет 129 м<sup>3</sup>/с. Верховье и низовье бассейна реки Бартанг характеризуется различиями увлажнений, температуры, рельефа, условиями формирования стока, водности и морфологическими особенностями [9, 12, 14]. Данные об оледенении и гидрологическом режиме реки Бартанг незначительные или эти данные опубликованы очень давно [9, 10, 14].

Целью работы является исследование гидрометеорологического режима и оледенения бассейна реки Бартанг.

### Район исследования

Бассейн реки Бартанг. Верхняя часть бассейна Бартанга находится на территории Восточного Памира, отгороженная со всех сторон высокими горными хребтами. Данные хребты перекрывают от проникновения влажных воздушных масс, отличается весьма малым увлажнением [4].

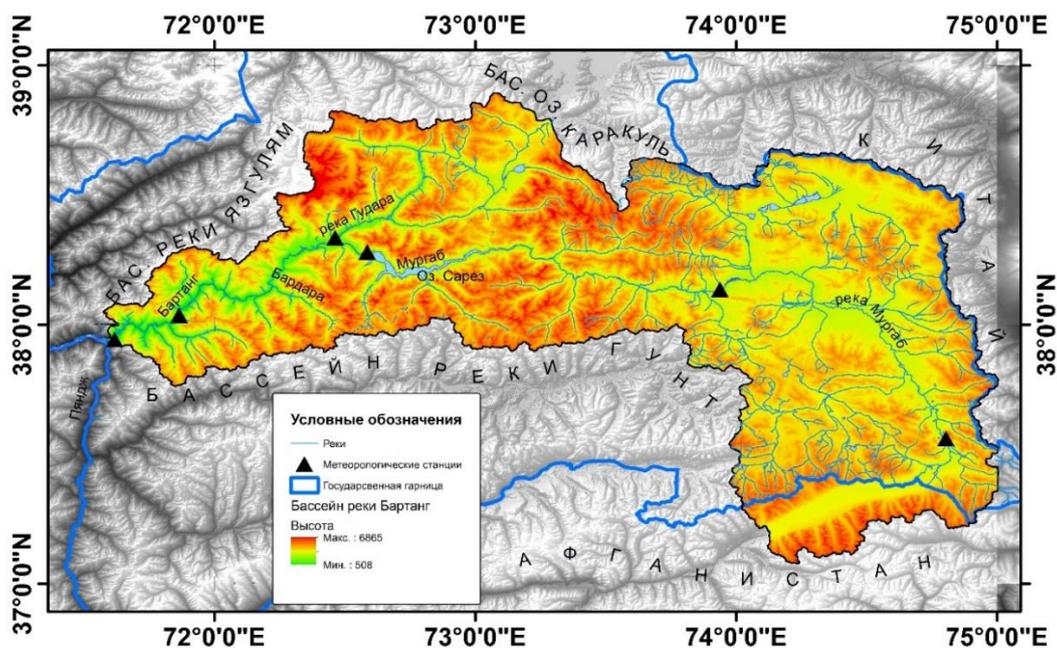


Рис. 1. Географическое расположение бассейна реки Бартанг

Из-за засушливости в данной местности водоносность реки незначительна и речная сеть слабо развита. В долинах Южного Акбайтала, Оксу и Мургаба выпадает менее 100 мм осадков, модули стока не превышают 2л/сек км<sup>2</sup>, а густота речной сети местами составляет 0,05 км на 1 км<sup>2</sup> площади бассейна. Реки мелководны, они спокойно текут в широких долинах, среди низких пологих берегов (рис. 1).

### **Методы исследований**

Для оценки современного состояния оледенения бассейна реки Бартанг использованы методы дистанционного зондирования, для интегрального анализа полученных данных. Спутниковые снимки скачивались с портала Геологической службы США (USGS) (<http://earthexplorer.usgs.gov>), в открытом доступе в исследуемом регионе с наименьшей облачностью и с датой съёмки, соответствующей концу периода таяния ледников (август - начало сентября). Были выбраны мультиспектральные космические снимки Landsat 1-5 MSS с пространственным разрешением 60 м соответственно от 10.09.1972 и Landsat 7 ETM от 07.09.2011 с пространственным разрешением 30 м (панхроматический канал – 15 м). Для повышения уровня достоверности полученных данных были использованы спутниковые снимки Sentinel 2A от 17.08.2021 года с пространственным разрешением 10 м с минимальной облачностью на всех снимках. Указанные снимки импортировали в ArcGIS и использовались для расчёта площади открытых частей ледников и оценки положения их концов в 1977 и 2021 гг. Контуры ледников обрабатывались вручную с привлечением контура ледников базы GLIMS. Для того чтобы определить точность дешифрирования границ, проводили повторную векторизацию ледников, погрешность определения их площади на снимках составила не более 5% [14, 16].

## Оледенение

Общая площадь оледенения бассейна составляет 1655,5 км<sup>2</sup>. Оледенение в верхней части бассейна (бас. Мургаба) мало развито (562,5 км<sup>2</sup>), чем в нижней части бассейна р. Бартанг (1083 км<sup>2</sup>) [5].

Наиболее значительные ледники имеются в верховьях правых притоков Западного Пшарта - Сауксая и Сасыка, стекающих с наиболее возвышенных, хорошо увлажнённых частей хребта Музкол. Наибольшие по площади ледники имеются также в верховьях правых и левых притоков Южного Акбайтала, Оксу (Истык, Ханьюлы, Шинды, Балгын), стекающих с северного склона Северо-Аличурского хребта [1,3,5,17].

Нижняя часть бассейна Бартанг находится на территории Западного Памира. Высота хребтов здесь также весьма значительна до 5500 м, отдельные вершины превышают 6000 м.

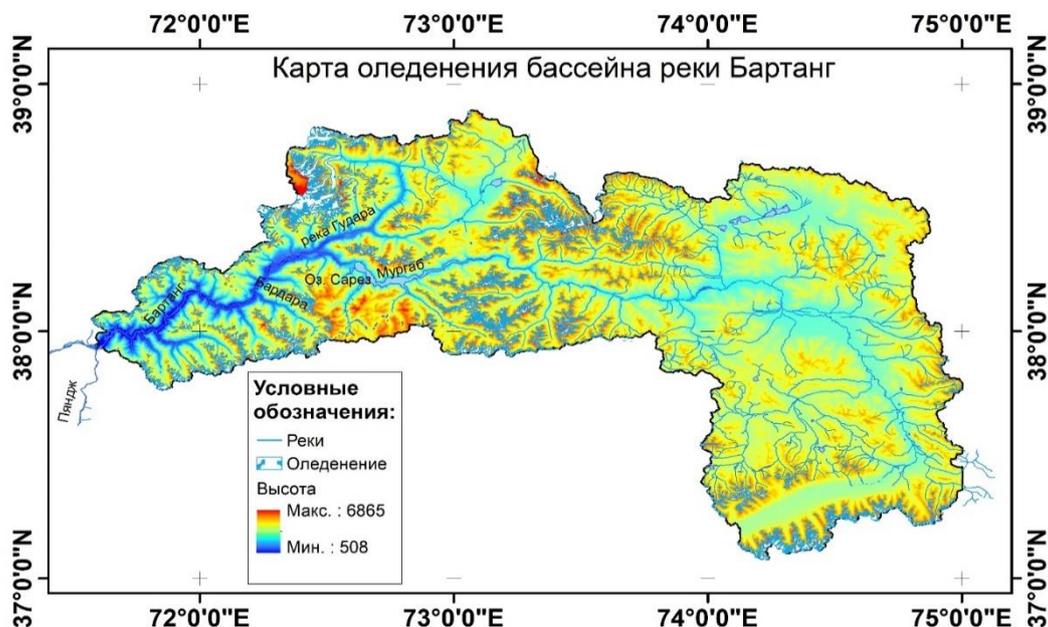


Рис. 2. Карта оледенения бассейна реки Бартанг

Северный склон Рушанского и южного склона Язгулемского хребтов, где формируется сток низовья бассейна реки Бартанг, находятся в значительно лучших условиях увлажнения, чем внутренние области данного бассейна. Так как юго-западные и южные влагонесные воздушные массы проникают по

долине Бартанг далеко в глубину гор, и на склонах хребтов выпадают обильные снега, в результате которых в высокогорных районах развито мощное оледенение.

Общая площадь ледников и фирновых полей в нижней части бассейна Бартанг (без бассейна Мургаб) равна 1083 км<sup>2</sup> (969 ледников), основная часть которых (57%) находится в бассейне Кудары. Общая же площадь оледенения в бассейне Бартанг вместе с оледенением бассейна Мургаб равна 1655,5 км<sup>2</sup> (1825 ледников), составляя 6,7% площади всего бассейна [1, 10,12].

Предварительный проведенный анализ состояния оледенения бассейна реки Бартанг показал, что деградация ледников наблюдается практически во всех ледниках, но они отличаются по интенсивности и степени деградации (рис. 3).

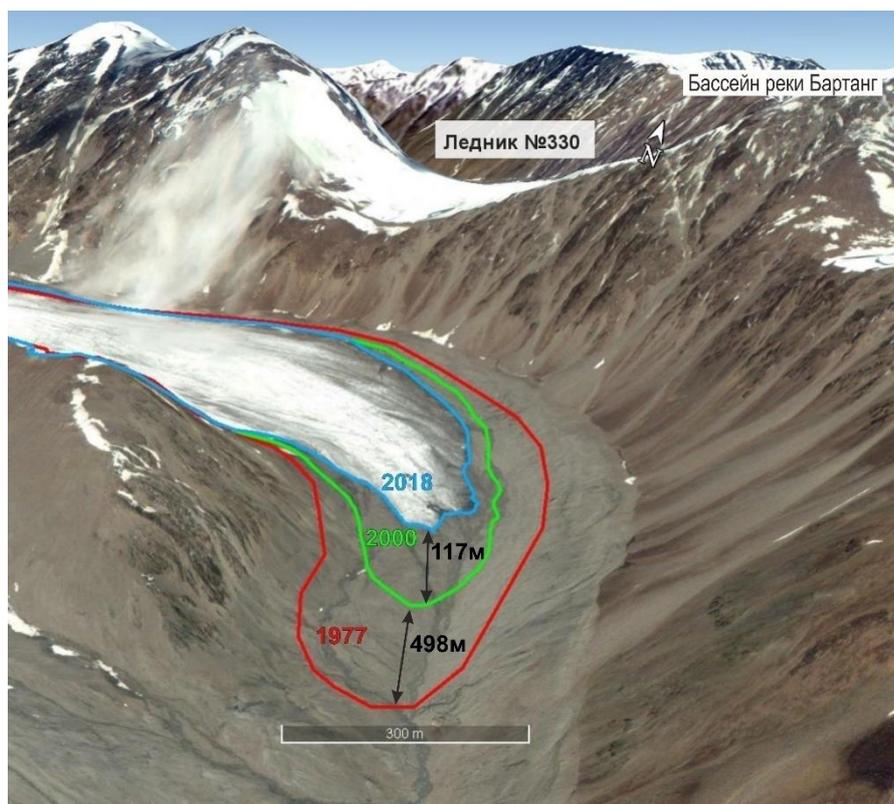


Рис. 3. Динамика деградации ледника №330 в бассейне реки Бартанг

По предварительным подсчетам количество ледников составляет 940, а их площадь - 985 м<sup>2</sup>. При анализе спутниковых данных, в целом в бассейне реки Бартанг полностью деградировали 11 ледников, общей площадью 8,8 км<sup>2</sup>. Следовательно, средний размер исчезнувших ледников, составляет меньше

одного квадратного километра. В крупных ледниках в зоне абляции было выявлено интенсивное таяние, т.е. отступление языковой части ледника (рис.3).

### Климатические условия бассейна реки Бартанг

По климатическим данным река Бартанг имеет две зоны, это Восточный Памир и Западный Памир [5, 10-11, 13, 15-16]. В Восточной части бассейна реки Бартанг амплитуда годового хода температуры равна 30°C, средняя минимальная температура в январе равна -19°C, а в летний период поднимается до 12°C. (рис. 4.). Западная часть имеет различие по высотам. Температурные величины колеблются в широком пределе, в январе среднемесячная температура в долине опускается на -5°C, а в высокогорье до -18°C. Летом колебания температуры отмечаются в пределах от 4°C (в высокогорье) до 23°C в долине (рис. 4).

Вертикальный градиент температуры воздуха на западной части бассейна реки Бартанг равен 0,5-0,7°C/100м.

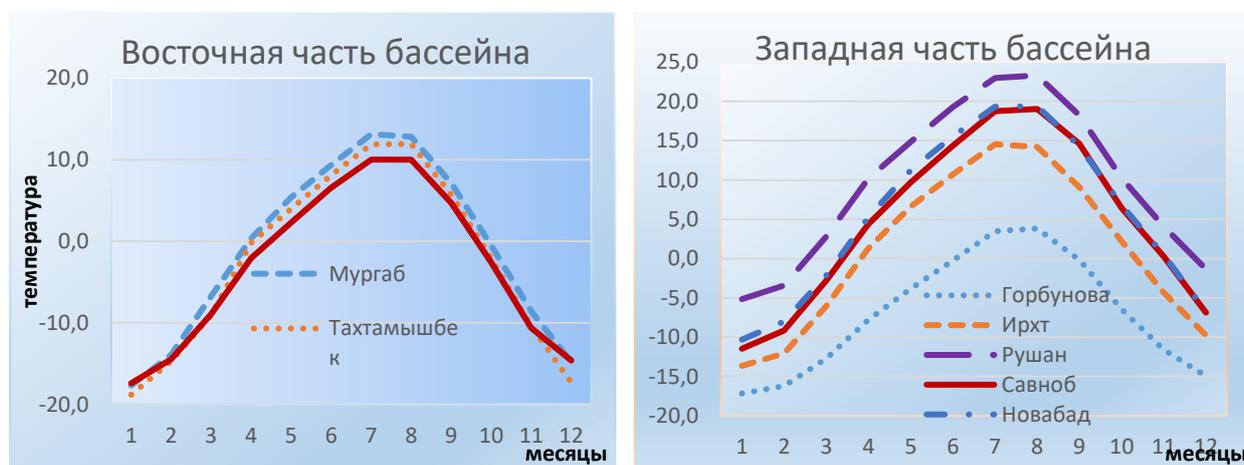
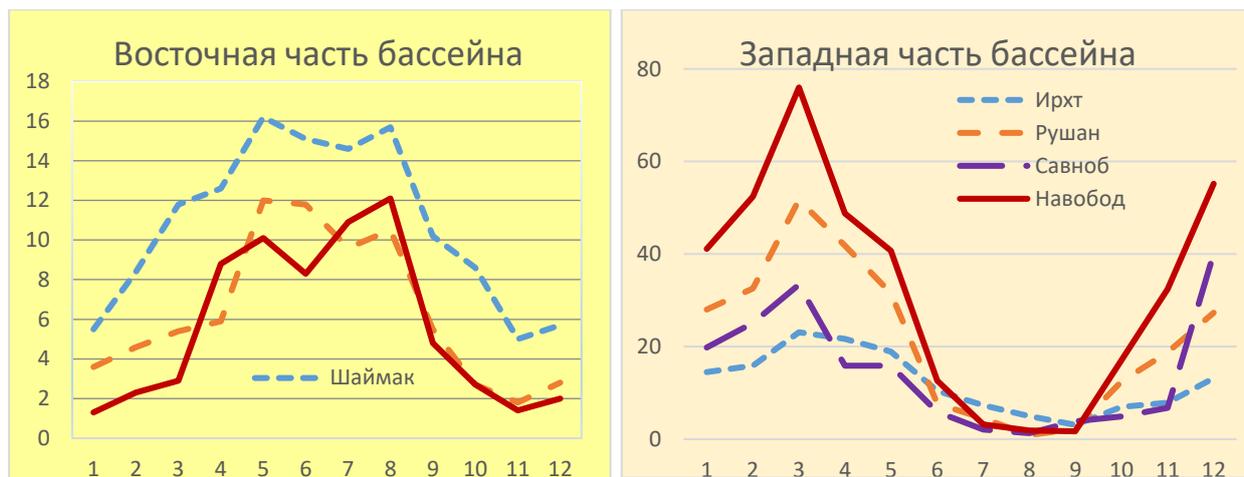


Рис. 4. Годовой ход температуры воздуха бассейна реки Бартанг [7, 8]

По влагообеспеченности территория распределена неравномерно, на восточной части бассейна реки Бартанг в основном осадки выпадают в тёплый период времени, с апреля по сентябрь [13]. Сумма осадков в данной местности колеблется от 8,3 мм до 16,2 мм, а в холодный период их сумма составляет 1-

2 мм (рис. 5). В отличие от Восточной части на Западной территории они распределены в обратном направлении, максимум осадков приходится в холодный период, а минимум в летний период. По направлению с запада на восток сумма осадков уменьшается от 76 мм до 23 мм в марте месяце. Минимум осадков приходится на август и считается самым сухим месяцем, их сумма колеблется от 2 мм на станции Навобод до 5 мм в Ирхте (рис. 5).



**Рис. 5. Годовое распределение осадков по бассейну реки Бартанг [7, 8]**

Преобладающая часть осадков приходится на северную часть бассейна реки Бартанг в системе ледника Федченко. По метеорологическим данным станции академика Горбунова максимум осадков выпадает в марте с суммой 165 мм, а минимум в августе- сентябре и составляет 20 мм.

В наиболее высоких частях хребтов годовое количество осадков возрастает до 200 мм и более, а модули стока достигают местами свыше 15 л/сек км<sup>2</sup>. Речная сеть в возвышенных частях развита значительно лучше, а в верховье Западного Пшарта, например, достигает 0,28 км на 1 км<sup>2</sup> [14] По морфометрическим данным река имеет следующие характеристики, которые приведены в Таблице 1.

Таблица 1

## Морфометрические характеристики притоков рек бассейна Бартанг

Река	Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	Длина, км	Название истока	Куда впадает, П-справа, Л-слева	Высота, h	
					Исток	Устье
Бартанг (Мургаб, Оксу)	24700	528	Оксу	Пяндж (п)	4014	1975
Сулийстык	1330	115	Зоор-Саригурум	Оксу (л)	4840	3790
Южный Акбайтал	1650	81	Акбайтал	Мургаб (п)	4000	3616
Карасу	800	43	Мамазайр	Мургаб (л)	4100	3569
Акаджар	152	22	Ташказык	Мургаб (л)	4660	3648
Элису	211	32	Элису	Мургаб (л)	4940	3542
Базардара	433	30	Базардара	Мургаб (л)	3560	3514
Акджилга	388	29	Акджилга	Мургаб (л)	4720	3440
Западный Пшарт	756	47	Бель-Караджилга	Мургаб (п)	4700	3341
Каттамарджинай	525	44	Караджилга	Мургаб (л) (оз. Саррез.)	4760	3239
Лангар	335	20	Лангар	Мургаб (л) (оз. Саррез.)	4222	3239
Кудара	4500	94	Танымас	Бартанг (п)	4510	2555
Танымас	1850	70	Танымас	Кудара (п)	4510	3001
Кокуйбель	2300	102	Кокуйбель	Кудара (л)	4540	3001
Зорташкол	439	49	Зорташкол	Кокульбель (л)	4620	3663
Бозбайтал	336	33	Бозбайтал	Кокульбель (л)	4526	3597
Бардара	445	39	Бардара	Бартанг (л)	4500	2420
Раумиддара	521	40	Раумиддара	Бартанг (л)	4040	2129
Риддара	78	14	Шарвильдара	Бартанг (л)	4080	2047
Яхгулемдара	180	15	Яхгулемдара	Бартанг (п)	3620	2504
Девлех	322	32	Девлех	Бартанг (л)	4320	2357
Баджудара	268	20	Вудор	Бартанг (п)	3560	2160
Джизевдара	177	28	Джизевдара	Бартанг (л)	4210	2065

Гидрологический режим в низовье реки имеет один максимум летом и минимум зимой (рис. 6).

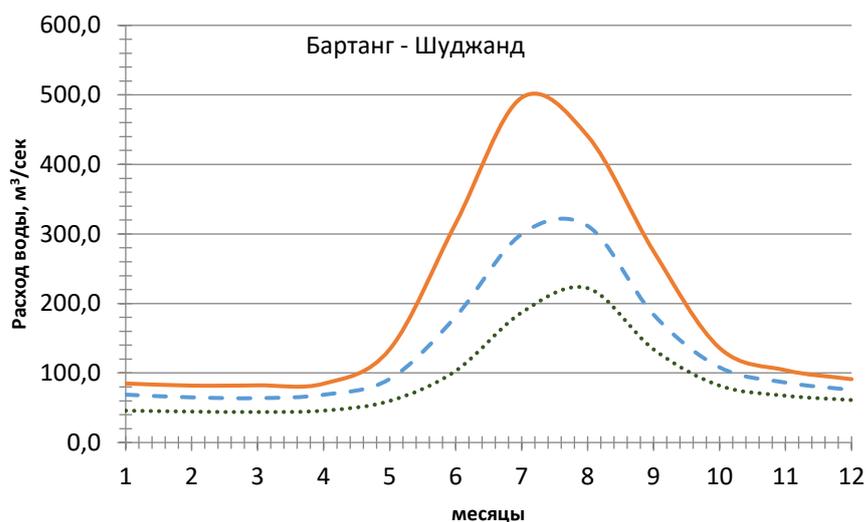


Рис. 6. Гидрограф реки Бартанг [7, 8]

### Обсуждение результатов

Авторы в своих работах [2, 6-8, 15] приводят данные, о том, как может повлиять изменение климата на состояние оледенения и ландшафта в целом, а ряд авторов [6-8, 13, 15] приводят данные об изменении метеорологических величин на территории Памира за базовый период. Используя методику [15, 15], был проведён анализ изменения метеорологических данных.

При анализе изменения метеорологических параметров за базовый период выбраны метеорологические станции - Рушан, Ирхт, Мургаб и Шаймак. Данные метеорологических станций характеризуют Восточную часть водораздела и Западную. Для периода с 1990-2020 гг. выбраны метеорологические станции - Рушан, Навабад, Савноб, Ирхт, Мургаб и Шаймак.

Анализ метеорологических величин на территории бассейна указывает на рост температуры воздуха от 0,07 °С в Шаймаке до 0,46 °С в Мургабе (в Восточной части), в Рушане величина тренда равна 0,19 °С (Табл. 2).

За период исследования (1960-1990 гг.) осадки имеют тенденцию к увеличению от 14,4% в Ирхте и Рушане, а в Шаймаке до 34,4%. А на территории Мургаба сумма осадков уменьшилась на 40% (Табл. 2).

**Таблица 2**

**Изменения климатических параметров за базовый период (1960-1990)**

№	Станции	Тренд температуры	Коэффициент R <sup>2</sup> темп.	Тренд осадков	Коэффициент R <sup>2</sup> осадков
1	Рушан	0,19	0,007	14,4	0,0197
2	Ирхт	0,33	0,024	14,4	0,0192
3	Мургаб	0,46	0,020	-40	0,0956
4	Шаймак	0,07	0,007	38,4	0,1198

Климатические изменения последних лет указывают на уменьшение осадков от 10% в Навабаде и Мургабе, до 52% на территории Рушана. Также по имеющимся данным температуры воздуха выявлен положительный тренд (Табл. 3).

**Таблица 3**

**Изменения климатических параметров за период 1990-2020 гг.**

	Станции	Тренд температуры	Коэффициент R <sup>2</sup> температуры	Тренд осадков	Коэффициент R <sup>2</sup> осадков
	Рушан	1,344	0,304	-52,2	0,177
	Навабад	0,55	0,087	-10,0	0,010
	Савноб	1,03	0,129	-26,7	0,007
	Ирхт	--	--	-18,2	0,057
	Мургаб	--	--	-10,7	0,004
	Шаймак	--	--	-40,2	0,083

На фоне изменения температурного режима и осадков наблюдается деградация ледников в бассейне реки Бартанг, особенно в языковой части, но они отличаются по интенсивности и степени деградации. Проведенный анализ показал, что количество ледников составляет 940, а их площадь - 985 м<sup>2</sup>. При обработке спутниковых данных, было выявлено, что в целом в бассейне реки Бартанг полностью деградировали 11 ледников, общей площадью 8,8 км<sup>2</sup>. Следовательно, средний размер исчезнувших ледников, составляет меньше одного квадратного километра. В крупных ледниках в зоне абляции выявили интенсивное таяние, т.е. отступление языковой части ледника.

## **Заключение**

Бассейн реки Бартанг имеет различные характеристики по высотам с запада на восток. Наибольшая высота реки Бартанг составляет 4014 м. над уровнем моря. Устье реки находится на высоте 1975 м. над уровнем моря, т.е. перепад составляет более 2000 м. Это обуславливает, что бассейн реки Бартанг имеет следующие зоны: - сурово холодная и сухая зона; - умеренно мягкая и влажная зона. Река Бартанг имеет снежно ледниковое питание, а покрытие оледенением составляет 6,7% территории бассейна. В холодный период почти 80% покрывается снегом.

Проведенный сравнительный анализ метеорологических данных указывает на рост температуры воздуха в последние годы (1990-2018 гг.) по сравнению с базовым годом (1960-1990 гг.). Однако, по трендовому анализу было выявлено, что в период 1960–1990 гг. наблюдается рост суммы осадков, в то время как с 1990 по 2018 гг. наоборот наблюдается уменьшение количества осадков.

В бассейне реки Бартанг наблюдается тенденция к деградации ледников на всех уровнях по высотам, но они существенно отличаются по степени и интенсивности деградации. Все ледники, которые исчезли (11 ледников) имели площадь меньше 1 км<sup>2</sup>.

## **Выводы**

1. Правый приток реки Пянджа река Бартанг является одним из крупных рек Таджикистана протяженностью 528 километров с площадью водосбора 24700 км<sup>2</sup> и имеет лениково-снеговое питание.

2. За счет большой протяженности и перепада высоты бассейн реки Бартанг на востоке имеет сурово холодные и сухие, а на западе умеренно мягкие и влажные климатогеографические зоны.

3. Показатели температурного режима в последние годы по сравнению с базовым годом увеличивается, в то время как показатели количества осадков имеют разные направления.

4. На крупных ледниках в зоне абляции выявили интенсивное таяние, т.е. отступление языковой части ледника. Мелкие ледники особенно ледники до одного квадратного километра значительно деградируют, именно 11 ледников, которые полностью исчезли их площадь были меньше одного квадратного километра.

5. Необходимо провести детальный анализ степени оледенения и состояния ледников в ходе изменения климатических показателей со спутниковыми снимками высокого разрешения, что позволяет провести детальный анализ степени деградации ледников в зависимости от климатической зоны бассейна реки Бартанг.

### **Литература**

1. Атлас Снежно-Ледовых Ресурсов Мира / Российская академия наук. Институт географии. –М.: 1997. -Вып. 392. – 150 с.
2. Доклад об изменении климата в Таджикистане / -Душанбе 2001 г. 326 с.
3. Долгушин, Л. Д., Ледники / Л. Д. Долгушин, Г. Б. Осипова. -М.: Мысль 1989. - 415 с.
4. Исаченко, А. Г. Ландшафты на космических изображениях в атласе / А. Г. Исаченко, В. В. Свешников, А. А. Лютин, В. В. Киселев, и др. // Геодезия и картография, 2002. -№10, - С. 27-34.
5. Каталог Ледников. 1979. Т. 14, Средняя Азия; Вып. 3, Амударья; Ч. 14, Бассейн р. Бартанг. Гидрометеоздат.
6. Каюмов А., Махмадалиев Б., Новиков В. Второе национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. -Душанбе, 2008. – 86 с.
7. Каюмов А., Махмадалиев Б., Новиков В., Каримов Ю. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата - Душанбе, 2003. - 234 с.

8. Каюмов А. К., Новиков В. В. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. - Душанбе, 2014. - 166 с.
9. Кемерих, А.О. Гидрография Памира и Памиро-Алая / А.О Кемерих. Водные ресурсы Таджикистана. Издательство—М.: Мысль 1978 г. 256 с.
10. Котляков, В. М., Сомнительные исследования ледников Памиро-Алая / В. М. Котляков, О. В. Рототаева, И. М. Лебедева // Материалы гляциологических исследований. -М.: 2000. -Вып. 88. -С. 200-225.
11. Курбоншо, Е. К. Климатические особенности Памира / Е. К. Курбоншо, Т. М. Краудцун, Х. М. Мухаббатова // Изв. АН РТ. -2014. -№ 3. - С. 121–123.
12. Ледники-водные ресурсы Таджикистана в условиях изменения климата /—Душанбе 2005. - 120 с.
13. Терсман А.Г. Кривые обеспеченности и естественная разрегулированность ст. рек Таджикистана / А. Г. Терсман. Издат. - Душанбе Дониш 1969 г. -168 с.
14. Хакимов, Ф. Х. Тенденция изменения температуры воздуха на Западном Памире в аспекте глобального потепления климата / Ф. Х. Хакимов // Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2007. -Т.50. -№9-10. - С. 776-785.
15. Хакимов, Ф. Х. Изменение температурного режима на территории Восточного Памира / Ф. Х. Хакимов, С. О. Мирзохонова, О. В. Мирзохонов // Доклады Академии наук Республики Таджикистан -2006. -Т. 49. - №10-12. - С. 948-954.
16. Щетинников, А. С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая / Ред. Г. Е. Глазырин. САНИГМИ. Ташкент. - 1998. - 220 с.
17. Шульц В. Л. Реки Средней Азии / В. Л. Шульц. -Л.: 1965. - 691 с.

А. К. ҚАЮМОВ, Н. М. НЕКҚАДАМОВА

## ЯХБАНДӢ ВА РЕҶАИ ГИДРОЛОГИИ ДАРӢИ БАРАНГ ДАР ШАРОИТИ ТАӢИРӢБИИ ИҚЛИМ

*Мақсади кор ин омӯхтани реҷаи гидрометеорологӣ ва ҳолати яхбандии ҳавзаи дарӢи Бартанг дар шароити таӢирирӢбии иқлим мебошад.*

*Тасвирҳои моҳворагии минтақа аз портали Идораи геологии ИМА (USGS) дастрас карда шуданд, бо абрнокии камтарин ва санаи таҳқиқот ба охири давраи обшавии пиряхҳо (август — аввали сентябр).*

*Таҳлили муқоисавии нишондиҳандаҳои метеорологии соли базавӣ (1960-1990) ва давраи аз 1990 то 2020 гузаронида шуд. Зиёд шудани миқдори боришот, вале аз соли 1990 то соли 2020 баръакс кам шудани миқдори онҳо муайян шуданд, ки ин боиси таӢири ёфтани реҷаи гидрологии дарӢи Бартанг дар заминаи таназзули пиряхҳо дида мешавад.*

**Калидвожаҳо:** дарӢи Бартанг, Помир, яхбандӣ, пиряхҳо, реҷаи гидрологӣ, ҳарорат, боришот, таӢирирӢбии иқлим.

A. K. KAYUMOV, N. M. NEKQADAMOVA

## GLACIATIONS AND HYDROLOGICAL REGIME AND THE BARTANG RIVER UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

*The aim of work is to study the hydrometeorological regime and glaciation of the Bartang River basin under the conditions of climate change.*

*Satellite images were obtained from the portal of the US Geological Survey (USGS) in the open access in the study region with the least cloudiness and with a survey date corresponding to the end of the glacier melt period (August - early September).*

*A comparative analysis of the meteorological indicators of the base year (1960-1990) and the period from 1990 to 2020 was carried out. The increase in the amount of precipitation was detected, but from 1990 to 2020 contrary to that, the decrease in their number was revealed, which leads to a change in the hydrological regime of the Bartang River against the background of degradation of glaciers.*

**Key words:** Bartang river, Pamir, glaciation, ice, hydrological regime, temperature, precipitation, climate change.

УДК 551

А. К. КАЮМОВ, А. М. ШОМАХМАДОВ

**ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ПРИРОДНЫХ СТИХИЙНЫХ**  
**БЕДСТВИЙ, УГРОЖАЮЩИХ ТЕРРИТОРИИ**  
**ТАДЖИКИСТАНА**

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников  
Национальной академии наук Таджикистана»<sup>1</sup>*

*Основной целью настоящей работы является оценка нынешней ситуации активизации и мониторинга основных природных стихийных бедствий Таджикистана и их главных особенностей.*

*Выявлено, что: оползни, сели, наводнения и эрозионные процессы составляют 89% всех угрожающих процессов. Все остальные процессы составляют 7-14%; общее количество участков, подверженных угрозе наводнений и селевых потоков разных степеней воздействия, составляет 701; увеличению количества осадков и запасов воды в снеге отвечает соответствующее увеличение количества селей и наводнений; 65-85% лавин наблюдаются на территории ГБАО; вероятность повторения гляциальных селей на территории Памира очень мала, но потенциальная возможность проявления таких событий имеет место в других близлежащих горных регионах.*

**Ключевые слова:** Таджикистан, стихийный бедствий, угрожающие процессы, мониторинг, степени воздействия, удаленные угрозы, ледниковое озеро, гляциальные сели.

**Введение**

Республика Таджикистан расположена на юго-востоке Центральной Азии. Территория страны на востоке и северо-востоке примыкает к гигантским горным хребтам и плоскогорьям Центральной Азии и Китая, что способствует особо опасным проявлениям и чрезмерной активности различных экзогенных геологических процессов, наблюдающихся по всей территории республики.

Следовательно, освоение горных территорий Таджикистана, а также наблюдение и изучение закономерностей развития природных угрожающих процессов имеет актуальное значение.

---

<sup>1</sup> Адрес для корреспонденции: профессор Каюмов Абдухамид Каюмович, Шомахмадов Алишо Мардонович, 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, проспект Рудаки 33, Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: [abdkaumov@mail.ru](mailto:abdkaumov@mail.ru) & [ali.shoh51@gmail.com](mailto:ali.shoh51@gmail.com)

**Основной целью** настоящей работы является оценка нынешней ситуации активизации и мониторинга основных природных стихийных бедствий Таджикистана, связанных с активизацией экзогенных геологических процессов.

### **Использованные материалы**

В целях решения стоящей перед нами задачи были использованы архивные и опубликованные материалы Главного геологического управления при Правительстве Республики Таджикистан [8, 19].

Поскольку подавляющее большинство стихийных бедствий Таджикистана, в основном, связано с активизацией геологических процессов, таких как оползни, сели и наводнения, эрозионные процессы, камнепады, лавины, карст, суффозия, подмыв и обрушение берегов, просадка грунтов и т.д., поэтому рассматривались именно эти угрожающие процессы, и использована опубликованная по ним литература [2, 8].

По вопросам, касающихся гидрометеорологических и гляциологических данных, были использованы материалы полевых и аэровизуальных наблюдений Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан и Государственного научного учреждения «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана» [5, 21], а также обзоры чрезвычайных ситуаций Комитета по ЧС и ГО за 2018-2021 гг. [15 - 18].

### **Территория исследования**

Угрожающие процессы охватывают всю территорию страны: Согдийская и Хатлонская область, Горно-Бадахшанская Автономная область (ГБАО), входящие в их состав наиболее уязвимые районы, а также районы республиканского подчинения (РРП).

Районы республиканского подчинения были подразделены на долинные и горные. К горным районам отнесена территория, относящаяся в настоящее время городу Рагун (бывшая территория Файзабадского района), районы

Рашт, Нурабад, Сангвор, Таджикабад и Ляхш, а к долинным - города Турсунзаде, Вахдат и Гиссар, районы Шахринав, Рудаки, Варзоб и Файзабад.

### Краткая информация об основных природных стихийных бедствиях Таджикистана

Ежегодно на территории Таджикистана происходит большое количество стихийных бедствий, наносящих народному хозяйству значительный экономический ущерб, при которых иногда бывают и человеческие жертвы [15-18].

За период 2012-2021 гг. количество чрезвычайных ситуаций природного характера, снизилось в 5,9 раз, а количество погибших при них мирных жителей менялось в зависимости от их масштабности (рис. 1).

За период 2010-2021 гг., стихийные бедствия нанесли экономике страны ущерб в сумме 1,5 млрд. сомони, т.е. примерно 254 млн. долларов США.

Материальный ущерб от стихийных бедствий в 2021 году в Хатлонской области составил 66,4% от общей суммы (12,6 млн. сомони), а в Согдийской области - 19,3% [18]. Количество погибших в этом году при селях составляет 22 человек - 52,4% от общего количества (42).

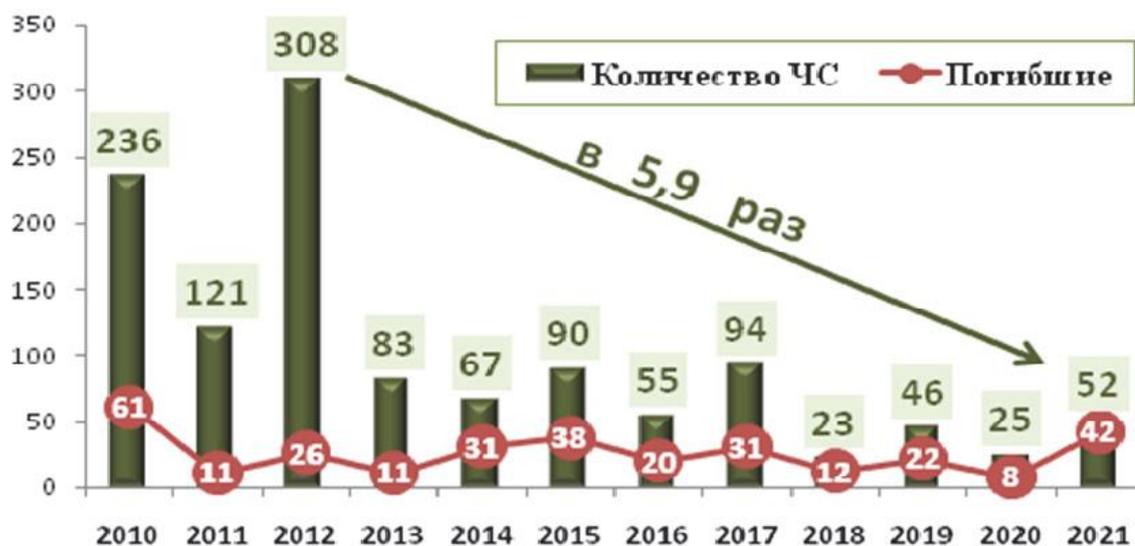


Рис. 1. Количество чрезвычайных ситуаций природного характера и число погибших при них людей за период 2016–2021 гг. [18]

В течение 1997-2018 гг. произошло приблизительно 3460 стихийных бедствий, т.е. в среднем одно стихийное бедствие каждые два дня, а общий ущерб, превысил 589 млн. долларов США, из которого на долю селей приходится, в среднем, около 15 млн., засухи - 5,4 млн. и землетрясений - 3,3 млн. долларов США в год [14]. Как видно, ущерб от стихийных бедствий (особенно селей) очень велик. Весьма значительно, также их реальное экономическое воздействие.

Кратко остановимся на основных особенностях стихийных бедствий, связанных с активизацией, названных выше основных геологических процессов в Таджикистане [8].

Анализ рассмотренных угрожающих процессов показал [11], что из их общего количества, 59% являются опасными и особо опасными. Опасные и потенциально опасные угрожающие процессы составляют 68%: ГБАО-86%, Согдийская область - 59%, Хатлонская область - 61%, долинные РРП -65% и горные РРП - 75%.

Потенциально и предположительно опасные угрожающие процессы составляют 41%: Согдийская область-50%, Хатлонская область-36%, ГБАО-49%, долинные РРП- 31% и горные РРП – 51%.

Оползни, сели, наводнения и эрозионные процессы составляют 89% (табл. 1): Согдийская область – 86%, Хатлонская область-90%, ГБАО – 93%, долинные РРП-90% и горным РРП - 88% [11].

**Таблица 1**

**Угрожающие процессы по регионам (в процентах к их общему числу)**

Процессы Регионы	Оползни	Сели и наводнения	Эрозионные Процессы	Камнепады и лавины	Подмыв и обрушение берегов	Карст и суффозия
Таджикистан	38	32	19	3	5	3
Согдийская область	35	43	8	3	9	2
Хатлонская область	46	20	24	-	5	8
ГБАО	43	49	1	5	1	1
Долинные РРП	37	25	28	2	4	4
Горные РРП	34	35	19	5	6	1

Наиболее распространенными угрожающими процессами являются оползни, которые по Таджикистану составляют 38%, Согдийской области – 35%, Хатлонской области – 46%, ГБАО – 43%, долинным РРП – 37% и горным РРП – 34% [11]. На территории Таджикистана их насчитывается более 50 тыс. [2, 4]. Они группируются в сейсмогенные и не сейсмогенные [22, 29, 31].

Основной причиной сейсмогенных оползней являются сильнейшие землетрясения. Объемы таких оползней в 10-15 раз больше, чем у обычных и перемещаются они в отдельных случаях на расстояние нескольких километров от стенки отрыва [22].

Примером может стать оползень, возникший после 9-10 балльного Хаитского землетрясения 1949 года [12]. Двигаясь с высокой скоростью, оползень опустошил большое количество деревень, погребая под собой 28 тыс. человеческих жизней (рис. 2).

Наряду с главным оползнем, одновременно на большой площади образовались сотни других, нанеших огромный ущерб в Хаитском, Таджикабадском, Гармском (ныне, Раштский район) и Джиргатальском (ныне, Ляхшский район) районах [12, 13].



**Рис. 2. Оползень, возникший после сильнейшего Хаитского землетрясения, опустошивший большое количество деревень [11]**

В качестве другого примера можно привести оползень - обвал, возникший после Сарезского землетрясения 1911 г., происшедшего на Центральном Памире (рис.3). Под обломками глыб этого оползня-обвала был полностью погребен кишлак Усой со всеми его жителями.

Перегороженная оползнем река Мургаб вскоре затопила крупный кишлак Сарез, создав Сарезское озеро. В настоящее время площадь озера составляет 80 км<sup>2</sup>, а длина около 70 км [2].



**Рис. 3. Оползень, возникший после сильнейшего Сарезского землетрясения, полностью погребший кишлак Усой**

Не сейсмогенные оползни и обвалы, в основном, связаны с подмывом основания склона гор реками, овражной эрозией, гидрогеологическим и техногенным воздействием. Сейсмический фактор, при таких оползнях может быть подчиненным. Примером может стать оползень, погребший под себя кишлаки Шарора, Оккули Боло и Оккули Поён в Гиссарском районе и более 200 жителей. Основная причина заключалась в чрезмерно активном поливе, постоянной утечке воды из проложенного вдоль склона ирригационного канала и насыщении нижней части склона этими водами. Спусковым же механизмом, было землетрясение 23 января 1989 года [7, 22, 29].

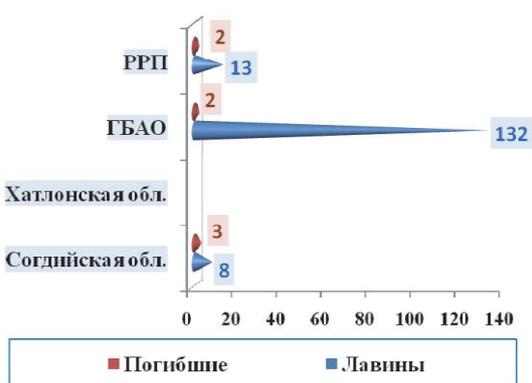
Основными факторами, развития эрозионных процессов являются интенсивное выпадение атмосферных осадков в виде дождя и снега,

расчлененность склона, непомерный полив посевных площадей, наличие рыхлых несвязанных грунтов и т.д. [4, 8]. Ярким примером являются предгорные участки автодорог Душанбе - Хорог, Душанбе - Джиргаталь и Нурабад - Сангвор, территория Хуросонского и Яванского районов, района А. Джами и т.д.

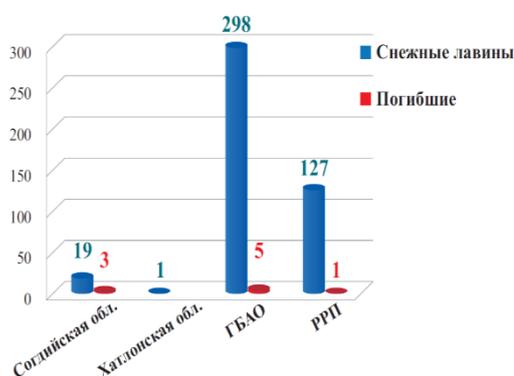
Так, 5 мая 2008, 20 апреля 2009 и 14-16 мая 2020 годов в Хуросонском районе и весной 2006 года и 6-7 мая 2021 года в отдельных уязвимых участках района А. Джоми, из-за развития эрозионных и оползневых процессов были разрушены жилые дома, различные объекты экономики и инфраструктуры, а также уничтожены сельскохозяйственные площади, культуры и скот [15-18].

Процессы образования лавин в высокогорных и среднегорных регионах Таджикистана разделяются на три степени опасности: сильная, умеренная, и слабая. К первой относятся Зеравшанский и Гиссарский хребты, осевая часть Туркестанского хребта, бассейны рек Оби Хингоу, Оби Хумбоу, Вандж, Язгулем в пределах Западно-Памирской зоны [29]. Особенно опасны отдельные участки автодорог Душанбе - Худжанд на протяжении от поселка Хушёри до тоннеля «Истиклол» и Душанбе - Хорог.

По распространенности и смертоносности (в среднем 27 ситуаций и 6 погибших в год) лавины являются вторыми по значимости после селей [14].



а)

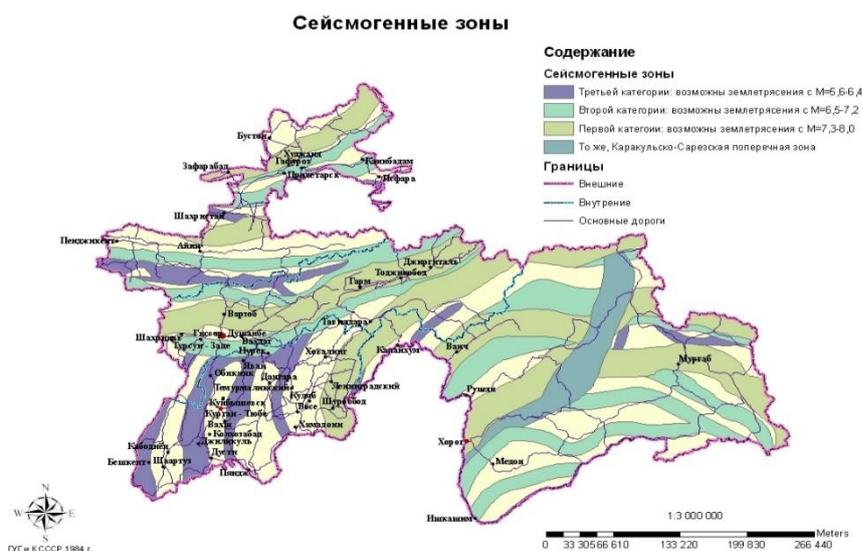


б)

**Рис. 4. Количество снежных лавин и число человеческих жертв на территории Республики Таджикистан в 2021- а) и 2019 – б) годах, в разрезе по регионам [16, 18]**

Наибольшее количество лавин наблюдается (рис. 4 а, б) на территории ГБАО и районах республиканского подчинения (РРП): ГБАО, 67% в 2019 и 86% в 2021 году; РРП - соответственно 29 и 8,5% [16, 18].

На автотрассе Душанбе-Ляхш и Нурабад – Сангвор, Душанбе - Хорог и Душанбе Худжанд, иногда, в весенне-зимний период, вследствие перекрытия лавинами в течение длительного времени прекращается движение автотранспорта (особенно, 1969 г., 1998 г. и 2020-2022 гг.).



**Рис. 5. Карта сейсмогенных зон Таджикистана [29]**

Из всех стихийных бедствий землетрясения являются наиболее разрушительными. Таджикистан представляет собой регион с неоднородной сейсмичностью. На рис. 5 приведена карта сейсмогенных зон Таджикистана. Наиболее сейсмически активными являются Южно-Тянь-Шаньская, Гиссаро-Кокшаальская, Дарваз-Каракульская эпицентральной зоны, Таджикская депрессия и Центральная часть Памира [1, 30]. Наиболее сильными землетрясениями из этих зон были Каратагское, Сарезское и Хаитское землетрясения 1907 г., 1911 г. и 1949 г. В северной части Таджикистана выделяется Южно-Ферганская эпицентральной зона. Только за несколько лет здесь произошли два крупных землетрясения: Исфаринское - 1977 г., с магнитудой 6,3 и Кайракумское 1985 г.,

магнитудой 6,1 [1]. В течение 1997-2018 годов, в среднем, регистрировалось по 23 землетрясения и два погибших в год. Последнее, относительно сильное (магнитуда 5,9) землетрясение было зафиксировано 10 июля 2020 года в джамоате Лангари Шо Таджикабадского района.

Высокая сейсмичность территория Таджикистана, ограниченность площади пригодной для строительства городов и промышленных объектов определяют исключительно жесткие требования, к обеспечению сейсмостойкости сооружений.

Из-за низкого качества строительных работ, конструктивных недостатков проектов, а также занижения ожидаемой интенсивности, многоэтажные здания и здания местной постройки, часто имеют низкую сейсмостойкость [6].

Из-за нарастания сейсмической угрозы в Центральной Азии по призыву GeoHazard International, в октябре 1996 года в городе Алма-Ате и марте 2000 года в г. Душанбе были проведены совещания, с участием международных экспертов сейсмологов. Основной задачей была разработка мероприятий по уменьшению числа жертв от обрушения зданий и материального ущерба при будущих землетрясениях. Эксперты пришли к выводу, что вероятность возникновения 9 балльного землетрясения вблизи одной из столиц Центрально-Азиатских республик, в течение ближайших 20 лет, составляет 40%, а в течение 50 лет - 70% [6], а ведь прошло уже более 20 лет.

Наиболее частыми (в среднем 70 случаев в год) и наиболее смертоносными (в среднем 35 смертей в год) являются сели и наводнения [14], которые составляют 32% всех угрожающих процессов по стране: Согдийская область - 43%, Хатлонская область - 20%, ГБАО - 49%, долинные РРП - 25%, горные РРП - 35% [11].

В разные периоды времени из-за обильного выпадения осадков, реализации старых оползней, подпруживания ручьев и рек прошли очень мощные грязевые селевые потоки в Раштском (1969 г. и 1998 г. в кишлаках Ялдамич и Навди), городе Пенджикент (1998 г. в джамоате Шинг, 2010 г. и

2016 г. по саю Зебон, летом 2021 года в джамоате Ёри), Сангворском (1998 г. в кишлаке Лангар) районах и г. Нурек (1998 г., в кишлаке Навдех), в результате, которых погибли около 200 мирных жителей [8, 10].

Наиболее опасными зонами проявления селей и наводнений являются долины рек Зеравшан, Вахш и Пяндж и их притоков в городе Пенджикент и Айнинском районе Согдийской области, городе Куляб и районах Восе, Хамадони, Фархор Хатлонской области, Шугнанском, Рушанском, Дарвазском и Ванчском районах ГБАО [8, 11].

Общее количество населенных пунктов, подверженных всех степеней воздействия наводнений и селевых потоков, по всему Таджикистану, составляет 701 [11].

Гляциальные (ледниковые) сели по своей природе разделяются на три типа [26]: грязекаменные, образующиеся при размыве молодых моренных отложений с ледяными ядрами внутри, водо-снежные, когда с ледниковых языков или горных склонов соскальзывают значительные массы пропитанного водой снега (сель в кишлаке Барсем Шугнанского района в июле 2015 года) и наиболее опасные водно-ледово-каменные потоки (при подвижках ледника Дидаль в 1974 г., прорыве ледниково-подпрудных озер, на леднике Медвежий в 1963, 1973, 1989 годах) и на леднике Баралмос, в 2006-2007 гг. и 2018 – 2021 гг.

Летом 2002 и 2003 годов, группой специалистов из Венского Института прикладной геологии и их таджикскими коллегами в основных долинах Юго-Западного Памира и близлежащих горных регионах Раштского региона, были проведены исследования [26] по выявлению удаленных угроз, зарождающихся в высокогорных районах, вдали от населенных пунктов.

Было выявлено, что угрозы повторения селевого потока в кишлаке Дашт Рошткалинского района нет, но при особых стечениях обстоятельств, три озера Риваккуль, Зардивкуль и Дурумкуль, а также другие близлежащие горные регионы могут стать источником катастрофических паводков.

Так, в августе 2006-2007 годов по долинам рек Муксу в Ляхшском, реки Сурхоб в Таджикибадском и Раштском, и реки Вахш в Нурабадском районах, наблюдался предельно высокий уровень воды. Были разрушены автомобильные дороги, мосты, ЛЭП и другие объекты инфраструктуры. Тогда, так и не было точно определено, вследствие какого природного явления были вызваны эти события.

Эта загадка была разгадана, когда в марте 2018 года было создано Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана» и были организованы ежегодные экспедиции по мониторингу ледников и ледниковых озер. В результате, в течение 2018-2021 годов 5 раз наблюдались прорывы гляциальных озер с ледника Баралмос в бассейн реки Муксу в Ляхшском районе. В результате, каждый раз, перекрывалось русло реки Сурхоб и на большом расстоянии разрушалась автомобильная дорога Душанбе – Ляхш [10, 21].

### **Состояние прогнозирования и мониторинга стихийных бедствий**

С 1969 года, основные работы по мониторингу угрожающих природных стихийных бедствий, проводились государственной Службой слежения за особо опасными геологическими процессами Управления "Таджикглавгеология" (ныне, главное геологическое управление при Правительстве Республики Таджикистан).

С конца 1995 года деятельность этой Службы была почти приостановлена, и далее она, в основном, занималась обслуживанием дежурных вызовов по распоряжению Правительства Республики Таджикистан и заявкам местных органов исполнительной власти (областей, городов, районов).

В настоящее время, непрерывный мониторинг угрожающих природных процессов не ведется, а планирование отдельных мер по предупреждению ЧС основано на информации, полученной Государственной службой по слежению

за зонами, подвергающихся воздействию селей и наводнений и разработанных этой Службой превентивных мероприятиях [2, 8, 28].

Особенно важна своевременная информация Агентства по гидрометеорологии по накоплению осадков в бассейнах рек Таджикистана и соответствующий прогноз средних расходов воды на вегетационный период, на основе которого, ежегодно прогнозируются ожидаемые в бассейнах основных рек Таджикистана сели и наводнения.

### **Заключение**

Оползни, сели, наводнения и эрозионные процессы составляют 89% всех угрожающих территории страны процессов.

В среднем, около 80% лавин наблюдается на территории ГБАО и районах республиканского подчинения (РРП).

Сейсмически, наиболее активными являются Южно-Тянь-Шаньская, Гиссаро-Кокшаальская, Дарваз-Каракульская и Южно-Ферганская эпицентральные зоны, а также Таджикская депрессия и Центральный Памир.

Из-за низкого качества строительных работ, конструктивных недостатков проектов, а также занижением ожидаемой интенсивности на карте сейсмичности, многоэтажные здания и здания местной постройки, имеют низкую сейсмостойкость.

Эксперты пришли к выводу, что вероятность возникновения 9 балльного землетрясения вблизи одной из столиц Центрально-Азиатских республик, до 2050 г., составляет 70%.

Наиболее опасными зонами проявления селей и наводнений являются долины рек Зеравшан, Вахш и Пяндж и их притоков в городе Пенджикент и Айнинском районе Согдийской области, городе Куляб и районах Восе, Хамадони и Фархор Хатлонской области, Шугнанском, Рушанском, Ванджском и Дарвазском районах ГБАО.

Общее количество участков, подверженных всех степеней воздействия наводнений и селевых потоков, по всему Таджикистану, составляет 701.

Исследования по удаленным угрозам на западном Памире и в близлежащих горных регионах, показали, что источниками катастрофических паводков могут стать озера Риваккуль, Зардивкуль и Дурумкуль на Памире, и другие близлежащие горные территории.

### Литература

1. Азизова А. А. Сейсмический режим и зоны долгосрочного прогноза сильных землетрясений на территории Таджикистана и прилегающих областей. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Ташкент – 1993. С.6-10.
2. Виниченко С. М., Ахмедов А. С., Зарипов Р. К. К вопросу об организации мониторинга за развитием современных геологических процессов. //Труды республиканского семинара. -Душанбе, 2002. С. 91-97.
3. Власов А. Ю. Селевые явления и меры борьбы с ними// Обзорная информация Минводхоза СССР. - Москва, 1976. -44 с.
4. Геологическая закономерность развития оползней, обвалов и селевых потоков. - Москва, 1976. -196 с.
5. Гидрометеорологические бюллетени Агентства по гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан, 1997-2002 гг.
6. Землетрясение неизбежно... // Совещание рабочей группы экспертов для оценки сейсмического риска в Центральной Азии. - Алматы, 1996. - 23 с.
7. Зеркал О. В. Сейсмогенные оползни Гиссарского землетрясения 1989 г., факторы их формирования и развития. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Москва, 1994 г. -24 с.
8. Инженерно-геологические исследования для обоснования схемы инженерной защиты территории Таджикистана от оползней, обвалов и селей. // Обобщенный отчет СНОП за 1969 - 1996 гг. - Фонды Таджикглавгеологии, 1996 г.

9. Ищук А. Р., Ищук Н.Р. // Отчет по инженерно-геологические исследованиям на Байпазинском оползневом участке. Таджикская ГСП, пос. Разведчик, 1994 г.
10. Каюмов А. К., Шомахмадов А. М., Сафаров М. Т. Анализ погодных условий и их связь с возникновением стихийных бедствий в Таджикистане в 2021 году. Журнал «Криосфера» (1-2). Душанбе 2021. С. 123-139.
11. Кухтикова Т. И. Землетрясения в Таджикистане. - Душанбе.: Дониш. 1966. – 36 с.
12. Методы детального изучения сейсмичности. Труды Института Физики Земли АН СССР, № 9 (176), - Москва.: АН СССР, 1960. - С. 15-22.
13. Национальная стратегия Республики Таджикистан по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 годы. Душанбе, декабрь 2018 г. 75 с.
14. Обзор чрезвычайных ситуаций на 2018 год. Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан. Душанбе, июль 2019 г. 83 с.
15. Обзор чрезвычайных ситуаций на 2019 год. Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан. Душанбе, июль 2020 г. 97 с.
16. Обзор чрезвычайных ситуаций на 2020 год. Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан. Душанбе, июль 2021 г. 134 с.
17. Обзор чрезвычайных ситуаций на 2021 год. Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан. Душанбе, июль 2021 г. 126 с.
18. Оползни и сели, части 1 и 2, под ред. проф. Козловского Е.А. ЮНЕП/ ЮНЕСКО - Москва, 1984 г. С.318-338.
19. Орипов Г. О., Зехни Ф., Лим В. Программа по определению приоритетных направлений в работе по предупреждению и ликвидации

- чрезвычайных ситуаций. - Душанбе, 1985 //Архивный фонд МЧС и ГО РТ.
20. Отчёты Центра по изучению ледников Национальной Академии Наук Таджикистана, 2019-2021 гг. //Фонды Государственного научного учреждения «Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана».
  21. Преснухин В. И. Роль сейсмических воздействий при оползневых явлениях. Гидрогеология и инженерная геология - Душанбе. -С. 35-42.
  22. Программа по организации мониторинга опасных геологических процессов (1989-1993 гг.). -Душанбе, 1989 г.
  23. Саидов М. С., Ищук Н. Р. Опасные природные явления в Таджикистане. Душанбе, Таджикистан – 2018. 33 с.
  24. Стратегия улучшения управления наводнениями. // Отчет Азиатского Банка Развития в Таджикистане. -Душанбе, апрель-сентябрь 2001 г.-78 с.
  25. Удаленные геологические угрозы на Западном Памире Таджикистана. // Краткий отчет Швейцарского управления по развитию и сотрудничеству. - Фонды Комитета по ЧС и ГО, Душанбе, 2005 г. 29 с.
  26. Формирование оползней, селей и лавин / под ред. Золотарева Г.С., Григоряна С. С., Мягкова С. М. - Москва.: Изд. Московского университета, 1987 г.
  27. Целевая программа проведения работ по комплексной программе «Изучение возможности возникновения стихийных бедствий аварий и катастроф, разработка рекомендаций и проведение мероприятий по их предупреждению и снижению ущерба // Программа «Стихия». - Душанбе, 1989 г.
  28. Шварц А.А. Влияние сейсмичности на устойчивость оползневых горных склонов. // Автореферат на соискание ученой степени канд. геол.-мин. наук - Москва, 1981. - 28 с.
  29. Шозиёев Ш. П. Параметры фонового и афтершокового режимов сейсмичности Таджикистана. // Диссертация на соискание ученой

степени кандидата физико - математических наук. Москва, 2017 г. 150 с.

30. Шомахмадов А. М. Подготовка к чрезвычайным ситуациям. // Труды республиканского семинара “Опыт изучения оползней и обвалов на территории Таджикистана и методы инженерной защиты” / Комархстрой РТ, Душанбе 2002, с. 84-90.

А. Қ. ҚАҶУМОВ, А. М. ШОМАҲМАДОВ

## ХУСУСИЯТҲОИ ОФАТҲОИ ТАБИИИ БА ҲУДУДИ ТОҶИКИСТОН ТАҲДИДКУНАНДА

*Муассисаи давлатии илмии «Маркази омӯзиши пирахҳои  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон»*

*Ҳадафи асосии таҳқиқот арзёбии вазъи ҳозираи фаъолияти офатҳои табиии асосии ба ҳудуди Тоҷикистон таҳдидкунанда, мониторинг ва омӯзиши онҳо буд.*

*Маълум карда шуд, ки дар Ҷумҳурии Тоҷикистон 89 фоизи тамоми равандҳои таҳдидкунандаро ярч, селу обхезиҳо ва равандҳои эрозионӣ, инчунин 7-14 фоизашро равандҳои боқимонда ташиқил медиҳанд; шумораи умумии мавзехӯе, ки аз тамоми дараҷаҳои таъсири селу обхезиҳо зарар дидаанд, дар саросари Тоҷикистон 701 ададро ташиқил медиҳанд; афзоиши миқдори боришот ва об дар барф мутаносибан ба афзоиши миқдори селу обхезиҳо мувофиқ меояд; 65-85 фоизи тармафароиҳо дар ҳудуди ВМКБ ба амал меоянд; эҳтимолияти такрори селҳои пирахӣ дар ҳудуди Помир хеле кам аст, аммо имконияти рӯйдоди чунин ҳодисаҳо дар дигар минтақаҳои кӯҳии наздик вуҷуд дорад.*

**Калидвожаҳо:** равандҳои таҳдидкунанда, мониторинг, дараҷаи таъсир, таҳдидҳои (хатарҳои) дурдаст, кӯли пирахӣ, селҳои пирахӣ, минтақаҳои эписентралӣ.

A. K. KAYUMOV, A. M. SHOMAHMADOV

## FEATURES OF THE MAIN NATURAL DISASTERS THREATENING TERRITORY OF TAJIKISTAN

*State scientific institution "Center for research of glaciers  
of the National academy of sciences of Tajikistan"*

*The main purpose of this work was an estimation of the current state of activation of the main natural disasters in Tajikistan, its monitoring and main features.*

*It is revealed that: landslides, mudflows, floods and erosion processes in Tajikistan account for 89% of all threatening processes, and all the rest - 7-14%; the total number of sites affected by all levels of flooding and mudflows is 701 throughout of Tajikistan; an increase in the amount of precipitation and water in the snow corresponds to a corresponding increase in the number of mudflows and floods; 65-85% of avalanches are observed on the territory of GBAO; the probability of repeating glacial mudflows in the Pamirs is very low, but the potential for the same events occur in other nearby mountain regions.*

**Key words:** threatening processes, monitoring, degree of influence, remote hazards, glacial lake, glacial flows, epicentral zones.

**КРИОСФЕРА**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЦЕНТР**  
**ИЗУЧЕНИЯ ЛЕДНИКОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК**  
**ТАДЖИКИСТАНА» № 3 (3), 2021 г.**

**ГЛЯЦИОЛОГИЯ**

УДК 551.324.63

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

**ВКЛАД ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЗЕРАВШАН В ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНЫХ И**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ТЕРРИТОРИИ**

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников*  
*Национальной академии наук Таджикистана»<sup>1</sup>*

*Основной целью исследования было проведение обзора исследований и информации о состоянии и дальнейшей эволюции ледников в бассейне реки Зеравшан.*

*Выяснилось, 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.*

**Ключевые слова:** ледники, оледенение, глобальное потепление, таяние ледников, запас льда, водосборная площадь, расход воды, деградация ледников, сток реки, водно-энергетические ресурсы, гидроэнергетический потенциал.

**Введение**

Общая площадь современных ледников составляет около 16,3 млн. км<sup>2</sup>. Ледники занимают около 11% площади суши, а их общий объем достигает 30 млн. км<sup>3</sup>. Ледники могут существовать только в приполярных или высокогорных районах [6, 12, 13].

Площадь оледенения гор Центрально-Азиатских республик составляет около 17 тыс. км<sup>2</sup>, из которых около 65% находится в Таджикистане.

Пока страны Центральной Азии могут рассчитывать на запасы пресной воды, сосредоточенные в ледниках Памира и Тянь-Шаня, и при сохранении сложившейся тенденции, к концу XXI века, они могут полностью исчезнуть [20].

---

<sup>1</sup> *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: [abdkaimov@mail.ru](mailto:abdkaimov@mail.ru) & [ali.shoh@gmail.com](mailto:ali.shoh@gmail.com) & [bokizodaadliniso@gmail.com](mailto:bokizodaadliniso@gmail.com)

С другой стороны, согласно исследованиям Лаборатории гляциологии, Тянь-Шанского высокогорного научного центра Национальной академии наук Кыргызской Республики выявлено, что глобальное потепление будет продолжаться еще 100-200 лет, и ледники Центральной Азии не исчезнут полностью, а уйдут под моренный чехол и будут отдавать воду, хотя и меньшими темпами [15].

Ситуация с обильным таянием ледников по всему миру, в том числе и в Таджикистане вызывает опасение. Бассейн реки Зеравшан является одним из основных регионов сосредоточения ледников Таджикистана.

Цель данной работы заключается в проведении обзора исследований и информации о состоянии и дальнейшей эволюции ледников в этом бассейне,

### **Краткая информация о состоянии ледников бассейна реки Зеравшан**

Общий запас льда в бассейне реки Зеравшан составляет 36,9 км<sup>3</sup>. Из этого объема, 88,6% сосредоточено в ледниках бассейна реки Мастча, где расположены все крупнейшие ледники региона. В Таблице 1 приведен список наиболее крупных ледников бассейна реки Зеравшан.

**Таблица 1**  
**Наиболее крупные ледники бассейна реки Зеравшан [9]**

Ледники	Бассейн реки	Площадь, км <sup>2</sup>	Длина, км	Объем льда, км <sup>3</sup>
Зеравшан	Масчо	132,6	27,8	14,94
Преображенский	Рама	54,0	12,8	9,02
Россинч	Россинч	17,8	-	2,03
Шахи Сафед	Шахи Сафед	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

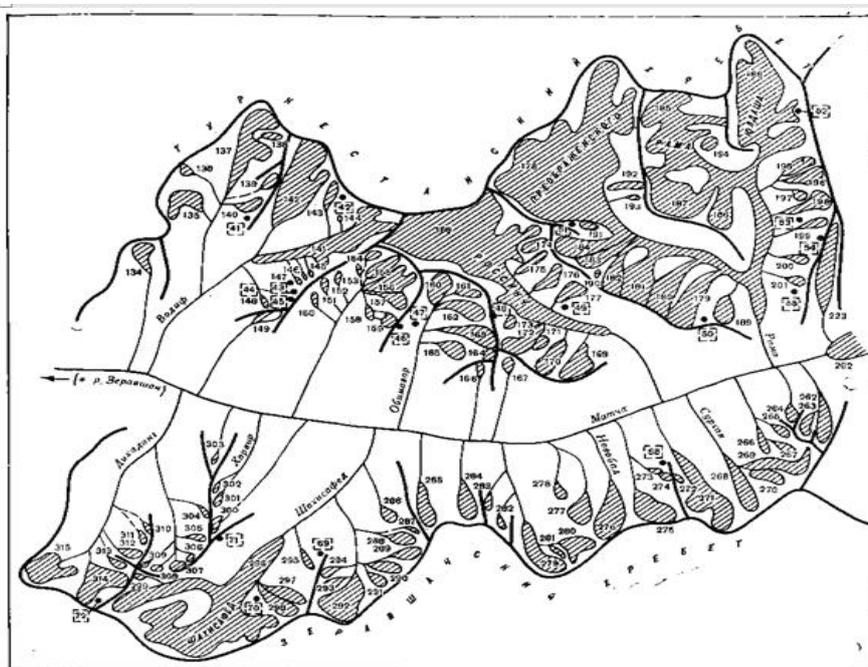
Всего в бассейне реки Зеравшан насчитывается 1272 ледников общей площадью 708,5 км<sup>2</sup>, причем 892 из них имеют размеры 0,1 км<sup>2</sup> и более и занимают площадь 686,7 км<sup>2</sup> [12]. По данным разных источников, суммарный

объем всех ледников бассейна реки Зеравшан колеблется от 27 до 36 км<sup>3</sup> [2,14].

По своему местонахождению ледники бассейна реки Зеравшан расположены в бассейнах рек Мастчо, Фондаря, Ягноб, Киштут и Могиён [9].

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

По данным Щетинникова [18, 19], в бассейне реки Мастчо насчитывается 587 ледников, занимающих площадь 179,2 км<sup>2</sup>. Количество ледников в Фон-Ягнобской котловине – 460, с площадью 133,3 км<sup>2</sup> [2, 14].



**Рис. 1. Расположение ледников на правом и левом притоках реки Мастчо выше дельты реки Туро [9]**

Ледники бассейна реки Мастчо (рис. 1 и 2) расположены в истоках одного из ледниковых зон Гиссаро - Алая. Это ледники Рама, Туро, Дихаданг и Парах, имеющие длину от 2 до 8,9 км и площадь от 2 до 22,3 км<sup>2</sup>. Эти ледники находятся в состоянии сокращения, и за период с 1870 по 1991 год их языки сократились от 13 до 356 м [13, 14].

Наиболее крупным ледником бассейна реки Мастчо является ледник Зеравшан (рис.2), состоящий из 21 ледников общей площадью - 132,6 км<sup>2</sup> и

объемом льда - 14,9 км<sup>3</sup> [9]). Язык ледника расположен на высоте 2810 м 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.

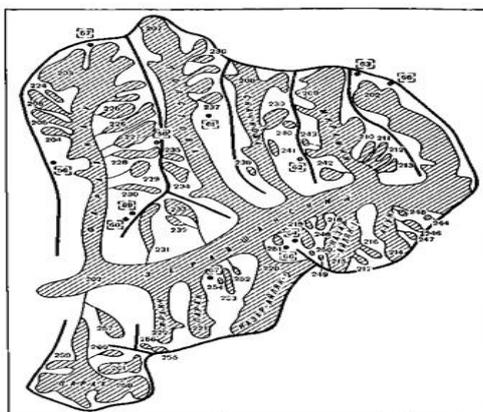


Рис. 2. Расположение ледника Зеравшан в бассейне реки Мастчо [9]

В настоящее время поверхность ледника ежегодно снижается на 60 см в год и движется в сторону склона со скоростью до 0,25 м в сутки [14].

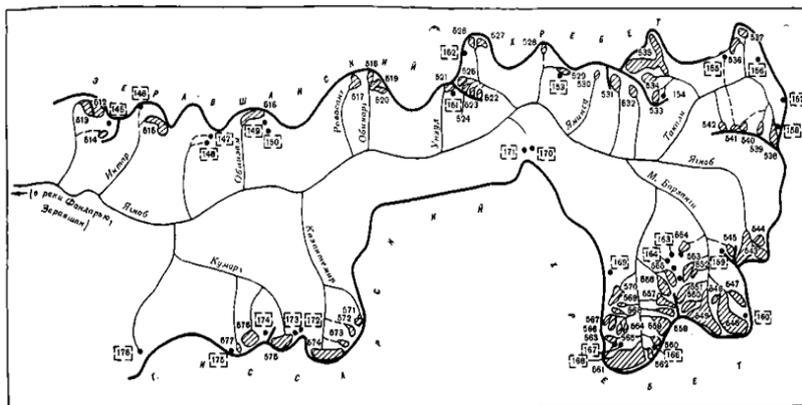


Рис. 3. Расположение ледников в бассейне р. Ягноб [9]

Площадь оледенения реки Фондарья в 6 раз меньше площади оледенения бассейна реки Мастчо, а питание ее ледников примерно в 8 раз меньше, чем питание этой реки [12].

По некоторым источникам [2, 13, 14] в бассейне реки Ягноб (рис. 3), являющегося основным притоком Фондарьи, площадь ледников составляет 70,8 км<sup>2</sup>.

Таким образом, горные ледники Зеравшана, как и большинство ледников Таджикистана и Центральной Азии, в настоящее время переживают

бурный период деградации [2] и деградируют они быстрее, чем ледники Памира и других регионов Таджикистана, что связано с низким их расположением относительно фирновой линии и характерным для всех регионов влиянием глобального потепления [1-4].

### **Реки, как основные источники водных ресурсов Зеравшанской долины**

Водные ресурсы реки Зеравшан имеют важнейшее значение для сельского хозяйства, гидроэнергетики и связанными с ними отраслями экономики Зеравшанской долины.

Длина реки Зеравшан, вместе с притоками, составляет - 877 км, а площадь водосбора - 12,3 тыс. км<sup>2</sup> и на изучаемой территории, в основном, состоит из бассейнов рек Мастчо и Фондарья.

Река Мастчо вытянута в широтном направлении, берёт начало от Зеравшанского ледника, на высоте 2775 м и протекая по узкой и глубокой долине расстоянием 200 км и присоединяясь с рекой Фондарья, образует реку Зеравшан [7].

Водосборная площадь реки составляет 4650 км<sup>2</sup> [8]. Среднегодовой расход воды на нижнем участке реки Мастча колеблется в пределах 58-108 м<sup>3</sup>/с. Река многоводна на протяжении периода июль-август, когда расход воды возрастает до 479 м<sup>3</sup>/с, и маловодна в апреле, когда снижается до 11 м<sup>3</sup>/с [8].

Площадь водосбора реки Ягноб составляет 1650 км<sup>2</sup> и по некоторым оценкам, 29 % своего питания, получает из подземных вод, 58 % - за счет таяния снежников и 13 % - за счет таяния ледников [1, 4].

Искандердарья - второй по величине приток Фондарьи, берущий начало с высоты 2195 м, т.е. от озера Искандеркуль имеет длину 21 км и площадь водосбора 974 км<sup>2</sup>. Среднегодовой сток реки Искандардарья составляет 18,9 м<sup>3</sup>/с, а в июне и июле - 111,7 м<sup>3</sup>/с [4].

Фондарё является левым притоком реки Зеравшан, имеет длину 24,5 км и площадь водосбора - 3230 км<sup>2</sup>. Среднемноголетний сток Фондарьи при впадении

в реку Мастчо составляет 62,2 м<sup>3</sup>/с, а в отдельные годы достигает 85,4 м<sup>3</sup>/с [1, 4].

По прогнозам, в ближайшие десятилетия, площадь оледенения бассейна реки Зеравшан может сократиться на 20-30%, что, в свою очередь, существенно изменит водный режим реки Зеравшан [3, 4].

### Гидроэнергетические ресурсы реки Зеравшан

Водно-энергетические ресурсы бассейна реки Зеравшан важны не только для Таджикистана, но и для ниже расположенной Республики Узбекистан.

Проведенные ранее исследования показали, что гидроэнергетический потенциал реки Зеравшан оценивается в 33,9 млрд. кВт. часов электроэнергии, при этом технически возможные и экономически целесообразные гидроэнергоресурсы для строительства ГЭС составляют 10,6 млрд. кВт. часов [5, 10, 11, 16]. 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]. По имеющимся оценкам [16], в бассейне реки Зеравшан существует 13 створов, выгодных для строительства ГЭС с водохранилищами, из которых 10 находятся в изучаемом регионе (Таблица 2).

**Таблица 2**  
**Планируемые в бассейне реки Зеравшан гидроэлектростанции [16]**

ГЭС	Объем водохранилища, км <sup>3</sup>	Устанавливаемая мощность, МВт	Выработка электроэнергии, млрд. кВт. часов/год
Река Мастчо			
1. Мастчо	1,0	90	0,55
2. Риамут	0,55	75	0,46
3. Оббурдон	0,72	120	0,35
4. Дарг	0,05	130	0,75
5. Сангистон	0,05	140	0,9
6. Похут	0,05	140	0,9
Фондаря			
7. Фондаря	—	300	1,8
Река Зеравшан			
8. Айни	0,05	160	0,95
9. Яван	0,05	120	0,18
10. Дупули	26	200	1,0
Всего:	28,52	1475	7,84

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 Зеравшан.

В настоящее время изучается возможность строительства гидроэлектростанции Фондаря мощностью 135 мегаватт и выработкой 600 миллионов киловаттчасов электроэнергии.

### **Заключение**

Как упомянул президент Таджикистана Эмомали Рахмон, выступая 7 июня 2022 года 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.

Обнадеживающим является только то, что согласно [15] 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.

Проведенные исследования [5, 10, 11, 16] показали, что гидроэнергетический потенциал реки Зеравшан (33,9 млрд. кВт. часов) и технически возможные и экономически целесообразные гидроэнергоресурсы открывают эффективные возможности для строительства гидроэлектростанций, как на самой реке, так и на ее крупных притоках.

Строительство гидроэлектростанций в бассейне реки Зеравшан имеет практическое значение не только для Таджикистана, но и для ниже расположенной Республики Узбекистан.

## Предложения и рекомендации

Для предотвращения и уменьшения быстрого таяния ледников и дальнейшего развития работ по строительству гидроэлектростанций в бассейне реки Зеравшан предлагаются следующие мероприятия:

1. Налаживание сотрудничества между республиками Узбекистан и Таджикистан в области строительства запланированных и изучения возможностей новых малых и крупных гидроэлектростанций.
2. Строительство малых и крупных гидроэлектростанций и использование их водоемов в целях адаптации к изменениям климата и озеленения территорий вблизи ледников.
3. Строительство и пуско-наладка электронасосов для откачки воды из водоемов.
4. Создание нескольких крупных ледниковых заповедников.
5. Проведение мониторинга и изучения состояния ледников бассейна реки Зеравшан не реже одного раза в пять лет.

## 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. Холбегов Рациональное использование и защита водных ресурсов в Согдийской области Республики Таджикистан. Журнал «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. 132 с.
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. С. 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. -М.: «Наука», 1986. -160с.
  13. Мусоев З., Дильмурадов Н. Ледники Таджикистана. Душанбе, 1994. - 97с.
  14. Насыров М. Н. Ледники бассейна р. Зеравшан. “Современное оледенение в бассейне реки Зеравшан”. - Ташкент, - 1972. - 67 с.
  15. Основные результаты выполненных мониторинга и исследований лаборатории Гляциологии ТШВНЦ в период 2016-2020 гг. // Отчет ТШВНЦ за 2016-2020 гг. [https://scorcher.ru/glaciology/new\\_2\\_2021.php](https://scorcher.ru/glaciology/new_2_2021.php) / (Дата обращения: 11.02.2021).
  16. Петров Г. Н., Халиков Х. Энергоэффективность крупных рек Таджикистана. // Доклады Академии Наук Республики Таджикистан. Том 52, №8. Водные ресурсы, 2009. с. 639-645.
  17. Снега и льды Земли. - Москва. «Наука», - 1969. - 164 с.
  18. Щетинников А. С. Оледенение Гиссаро - Алая. - Ленинград, 1981. - 119 с.
  19. Щетинников А. С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая. - Ташкент, 1998. - 219 с.
  20. Электронный ресурс: <http://alternathistory.com/konets-lednikovogo-perioda-srednej-azii-predrekli-globalnuyu-ekologicheskuyu-katastrofu/> / (Дата обращения: 11.02. 2021).

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

## НАҚШИ ПИРЯХҲОИ ҲАВЗАИ ДАРӢИ ЗАРАФШОН ДАР ТАШАККУЛИ ЗАХИРАҲОИ ОБӢ ВА ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ МИНТАҚА

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

*Баррасии таҳқиқот ва маълумот оид ба ҳолат ва таҳаввули пиряхҳои ҳавзаи дарӢи Зарафшон гузаронида шуда, маълум гардид, 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, гармшавии глобалӣ то 100-200 соли дигар идома ёфта, пиряхҳои Осиёи Марказӣ, аз ҷумла ҳавзаи дарӢи Зарафшон комилан зери морена мемонанд ва бо суръати сусттар ҳам бошад, об медиҳанд; бо сабаби аз хатти фирнавӣ поёнтар ҷойгир шудани пиряхҳои ҳавзаи дарӢи Зарафшон аксари пиряхҳои ҳавза назар ба пиряхҳои Помир ва дигар минтақаҳои Тоҷикистон тезтар коҳиш 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.*

**Калидвожаҳо:** пиряхҳо, яхбандӣ, гармшавии глобалӣ, обшавии пиряхҳо, захираи ях, майдони ҳавзаҳо, сарфи об, таназзули пиряхҳо, чамъи оби дарӢ, захираҳои обу энергетикӣ, иқтидори гидроэнергетикӣ.

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

## THE CONTRIBUTION OF THE GLACIERS OF THE ZERAVSHAN RIVER BASIN TO THE FORMATION OF WATER AND ENERGY RESOURCES OF THE TERRITORY

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

*The main objective of the study was to review research and information on the status and further evolution of glaciers in the Zeravshan river basin. It was found out that: due to the negative impact of climate change in the next 30-40 years, the area of glaciers in the basin may decrease by 20-30%; according to studies, global warming will continue for another 100-200 years, and according to forecasts, the basin glaciers will completely go under the moraine cover and will still give water, although at a lower rate; due to location below the firn line, most of the basin glaciers are reduced faster than in the Pamirs and in other regions of Tajikistan; rich water resources and the presence of huge areas of glaciers in the basin provide a potential opportunity for the construction of hydroelectric power plants, both on the Zeravshan River itself and on its major tributaries.*

**Key words:** glaciers, glaciation, global warming, glacier melting, ice supply, catchment area, water discharge, glacier degradation, river runoff, water and energy resources, hydropower potential.

УДК: 551.324.43

А. К. КАЮМОВ, К. МУСЛИМОВ, Х. КАБУТОВ

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕДНИКОВ РЕКИ ОБИ ЗАНКИ**  
**БАСЕЙНА РЕКИ ОБИ ХИНГОО**

*Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников*  
*Национальной академии наук Таджикистана»<sup>1</sup>*

*Цель исследования - оценить состояние ледников реки Оби-Занки с помощью дистанционного зондирования. Для исследования были использованы космические снимки спутников Landsat – 2, 7 и Sentinel – 2A. Полученные результаты свидетельствуют, о том, что площадь ледников сократилась на  $-0,537\text{ км}^2$ , что составляет 7,58 процентов от общей площади.*

**Ключевые слова:** деградация, ледники, площадь, Оби-Занки, ArcGIS, Оби-Хингоу.

**Введение**

Необходимым условием для образования ледников является сочетание низких отрицательных температур с большим количеством твёрдых атмосферных осадков. Такое сочетание характерно для областей высоких широт (приполярные и полярные области) и высокогорных районов [7].

Ледники занимают площадь около 16,2 млн км<sup>2</sup>, т.е. около 11% поверхности суши, а общий объём заключённого в них льда составляет около 30 млн км<sup>2</sup>. Самые крупные покровы ледников находятся в Антарктиде и Гренландии. Ими покрыты многие острова в Арктике (Новосибирске, Врангеля и др.).

Ледники участвуют в питании основных рек республики и в самые жаркие дни лета дают пресную воду, которая очень нужна не только Таджикистану, но и другим странам Центрально-Азиатского региона. За

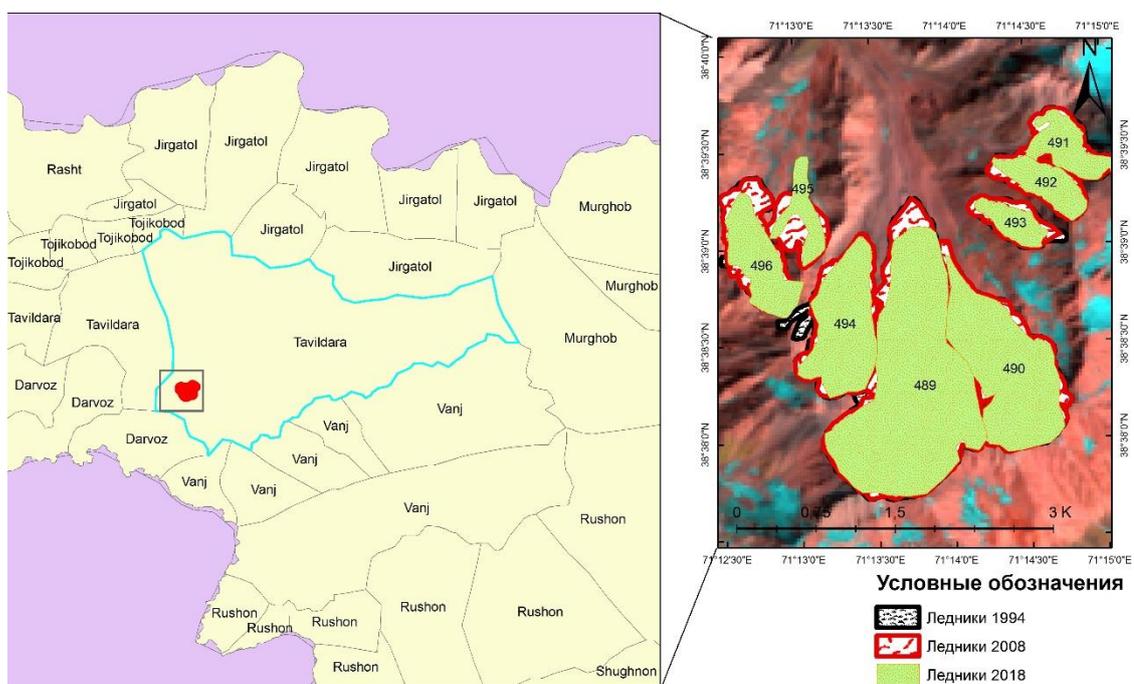
---

*Адрес для корреспонденции:* Каюмов Абулхамид Каюмович, Муслимов Кадыр. 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, пр. Рудаки, 33, “Центр изучения ледников Национальной академии наук Таджикистана”. E-mail: [abdkaumov@mail.ru](mailto:abdkaumov@mail.ru); [muslimov.cryos@gmail.com](mailto:muslimov.cryos@gmail.com)

последние десятилетия под влиянием изменения климата некоторые крупные ледники уменьшились и отступили на километры. Поэтому хотя Республика Таджикистан занимает примерно десятую часть площади всей Центральной Азии, на ее территории формируется почти две трети стока всего региона. Наши ледники дают ежегодно более 13 км<sup>3</sup> воды - почти четверть всего стока рек Таджикистана [6]. Ледники являются не только аккумуляторами, но и регуляторами влаги: они смягчают колебание расхода рек, понижают коэффициент вариации стока, что благоприятно для всех отраслей экономики республики [1].

### **Район исследования**

Оби Занки приток Оби Хингоу (от тадж. «звонкая вода») нижний левый приток Оби Мазар берет начало на северных склонах Дарвазского хребта между хребтом Зоткин. В верховьях реки и ее правых притоках: Оби Харек, Оби Джитфат, Оби Зоткин лежат несколько небольших ледников. Бассейн реки слабо изучен и редко посещается туристами. Первое описание дано в 1977 г. московскими туристами (В.А. Рудаков) [5]. Долина Оби Занки с перевалами Джитфат и Москвичей связана бассейном Дархаврак (Оби-Мазар) перевалы Петра Капицы и Висхарви ведут в долину Оби Висхарви (Пяндж). Бивуак (Лагерь) в долине Оби Занки возможен только выше устья Оби Джитфат. Переправы, позволяющие попасть в долины правых притоков, осуществляются по лавинным мостам ниже и выше устья Оби Джитфат и вблизи устья Оби Харек. В истоках реки Оби Мазар лежат два крупных ледника Дарвазский и Мазарский. Здесь Дарвазский хребет поднимается до 6000 м. Далее к западу, он снижается, и высоты вершин колеблются в пределах 4800-5100 м. Хребет Дархарвак северный отрог Дарвазского хребта отделяет верховья реки Оби Мазар от долины его левого притока еще один значительный левый приток, получающий питание с ледников Реки Оби-Занки, небольшой правый приток Обинисай, а также несколько более мелких притоков с ледниковым питанием. Долины рек Дархарвак и Оби Занки разделяет хр. Зоткин высотой 4600-4800 м [2].



**Рис. 1. Объекты исследований. Спутниковый снимок Landsat 7**

## Методы

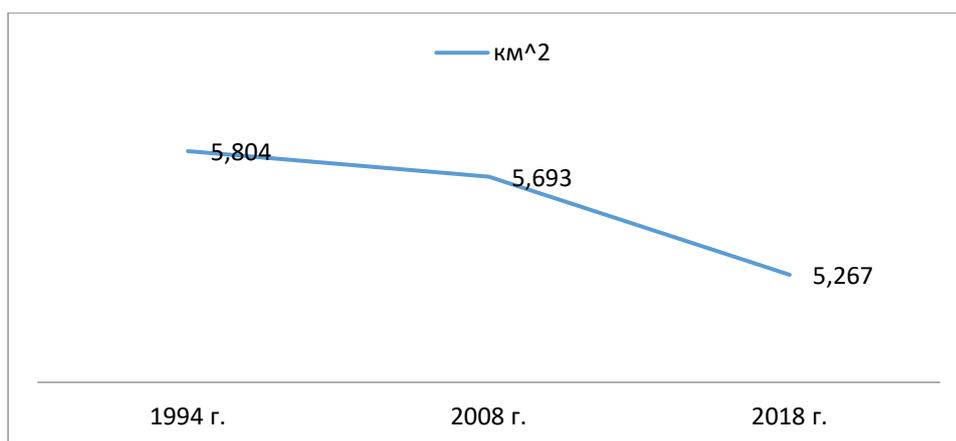
Изучение площадей ледников Оби Занки основано на анализе данных дистанционного зондирования, полученных спутниковых снимков Landsat и Sentinel 2A. Спутниковые снимки подбирались в открытом доступе на портале Геологических службы США (USGS).

Пространственное разрешение зональных каналов для снимков Landsat 2 составляет 60 м, Landsat 7 панхроматических каналов 15 м, а для снимков Sentinel 2A 10 м. Картографирование ледников проводилось на основе визуального интерактивного дешифрирования путем обвода ледников по контуру в программе ArcGIS 10.05. Номера изучаемых ледников соответствуют нумерации Каталога ледников СССР.

## Результаты

В результате дешифрования космических снимков спутников “Landsat” и “Sentinel” с помощью программы “ArcGIS” были получены данные о состоянии ледников реки Оби Занки. Динамика площадей ледников показана в Таблице 1 и рисунке 5. [3]

Полученные с космических снимков данные показали, что площадь ледников №490, 491, 494, 495 с 1994 по 2008 гг. стабильны, а на других ледниках данного бассейна наблюдается уменьшение площадей. За вышеуказанный период ледники потеряли 0.111 км<sup>2</sup> своей площади, а с 2008 по 2018 годы площадь всех ледников резко сократилась, и общая сумма потерь площадей за период с 2008 по 2018 гг. составила -0.426 км<sup>2</sup>.



**Рис. 2. Динамика изменения площадей ледников**

Ледники, которые потеряли наибольшую долю своей площади это ледники №489 и № 496. За период с 1994 по 2018 гг ледник №489 потерял около 0,165 км<sup>2</sup>, а ледник №496 потерял 0,184км<sup>2</sup> своей площади.

Языковая часть ледника №489 с 1994 по 2008 годов отступила на 150м., а с 2008 по 2018 годы она отступила на 90м., в сумме языковая часть ледника отступила на 240м.

В целом площадь ледников реки Оби Занки за период с 1994 по 2018 год уменьшилась на 0,537км<sup>2</sup>.

Таблица 1

## Площадь ледников с 1994 по 2018 гг.

Номер ледника	Морфологический тип	Общая экспозиция	Площадь км <sup>2</sup> 1994 г	Площадь км <sup>2</sup> 2008г.	Площадь км <sup>2</sup> 2018г.	Площадь деградации и км <sup>2</sup>	2018 – 1994, %
489	сл.дол.	С	2,307	2,196	2,142	- 0,165	-7,15
490	ос.поток.	С	1,162	1,164	1,075	-0,087	-7,49
491	кар-дол.	З	0,305	0,326	0,291	- 0,014	-4,59
492	кар-дол.	З	0,303	0,291	0,269	- 0,034	-11,22
493	кар.	З	0,227	0,199	0,175	- 0,052	-22,91
494	дол.	С	0,752	0,779	0,727	- 0,025	-3,32
495	кар.	С	0,237	0,339	0,261	- 0,024	10,13
496	дол.	С	0,511	0,399	0,327	- 0,184	-36,01
<b>Итого</b>			<b>5,804</b>	<b>5,693</b>	<b>5,364</b>	<b>-0,537</b>	<b>-7,58</b>

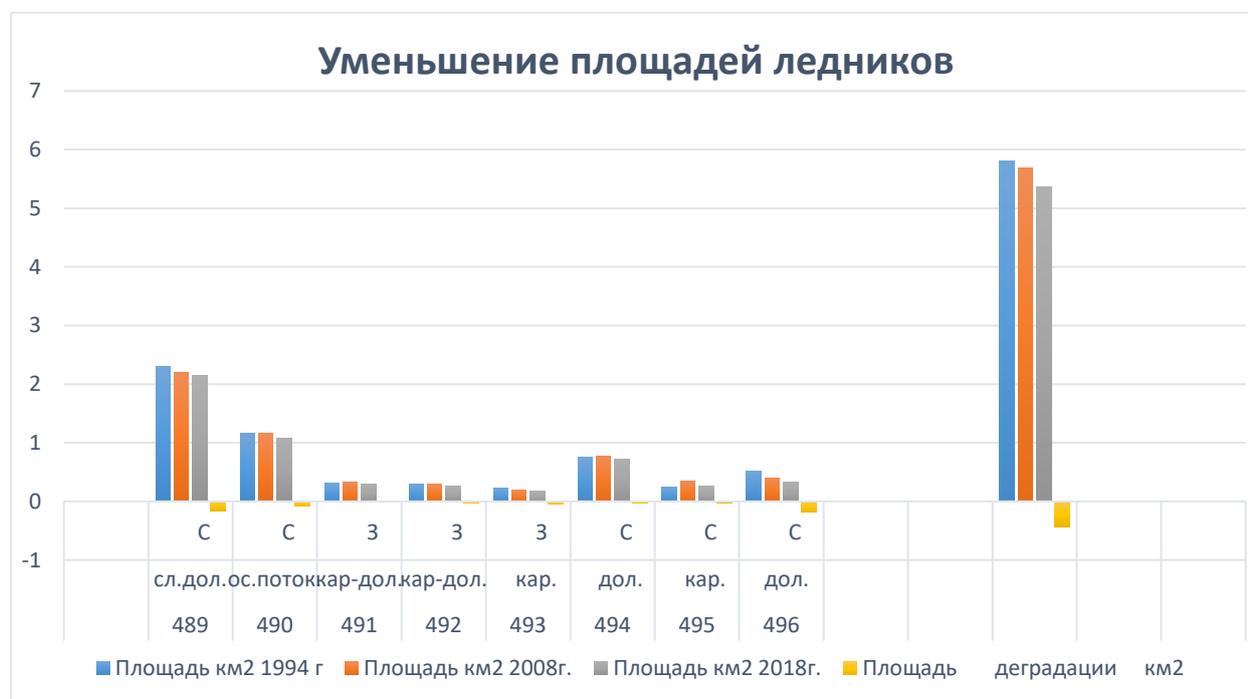


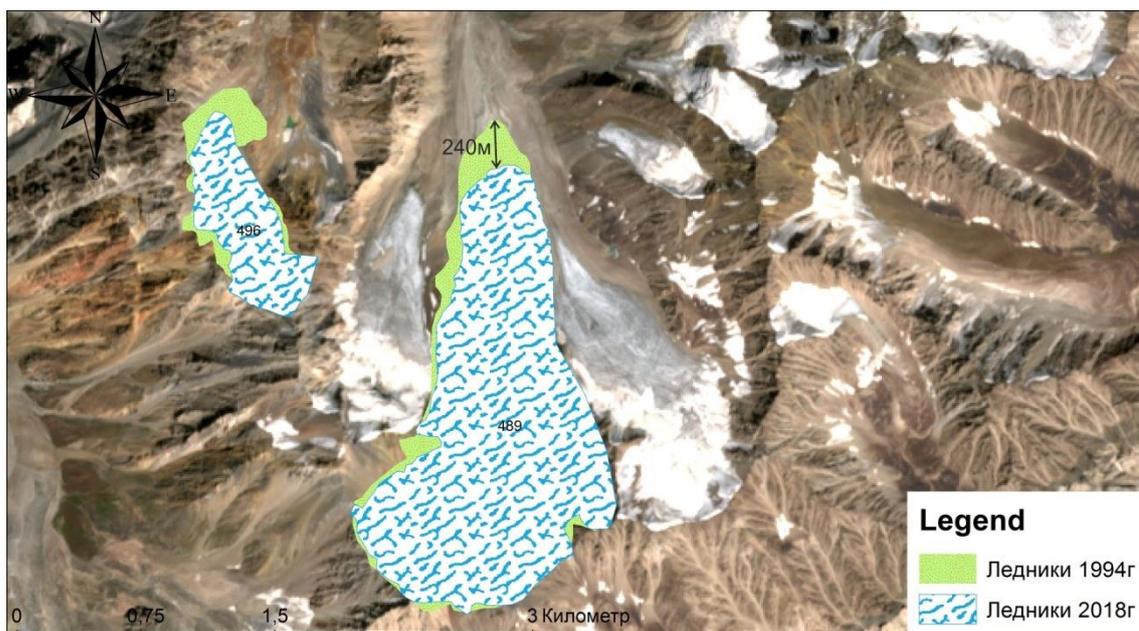
Рис.3. График динамики площадей ледников

## Обсуждение

Состояние площади ледников зависит от сочетания факторов рельефа, определяющих его строение, размер и высоту над уровнем моря.

Полученные данные показывают, что в бассейне реки Оби Занки наблюдается уменьшение площадей ледников с 1994 года по 2008 год (0,111 км<sup>2</sup>), но на некоторых ледниках наблюдается стабильное состояние, а также этот период был многоснежным и холодным так как на спутниковых снимках

этих годов в конце сезона абляции наблюдается большое количество снежников, которые не растаяли [4]. С 2008 по 2018 гг. на данной территории наблюдается резкое уменьшение (-0,426) площадей ледников (Рис. 4). За последний период ледники сократились почти в три раза и это говорит о том, что глобальное потепление в последние годы больше влияет на таяние ледников и необходимо предпринимать соответствующие меры для защиты ледников от глобального потепления.



**Рис. 4. Отступление языка ледника № 189**

Ледник №489 за наблюдаемый период потерял 0,165 км<sup>2</sup> своей площади, и основная доля потерянной площади приходится на языковую часть этого ледника, которая отступила на 240м.

Полученные данные за анализируемый период, показали, что за 24 года площадь ледников уменьшилась на 0,537 км<sup>2</sup>.

## Выводы

Впервые после каталогизации ледников СССР была выполнена оценка состояния ледников реки Оби Занки на основе данных дистанционного зондирования.

Наши данные показали, что имеется сокращение площадей ледников особенно это явно выражено в период 2008 – 2018г.

Для более подробного изучения состояния ледников в данном бассейне необходимо проводить полевые работы и определить состояние ледников наземными инструментальными методами.

## Литература

1. <http://geo.web.ru/db/msg.html?uri=part08-01.htm&mid=1163814>
2. [http://www.cawater-info.net/library/rus/glaciers\\_tj.pdf](http://www.cawater-info.net/library/rus/glaciers_tj.pdf)
3. <https://cabar.asia/ru/pochemu-ledniki-tadzhikistana-tayut-i-naskolko-eto-opasno-dlya-nas>
4. Быстрое сокращение ледника Большой Азау в Приэльбрусье на фоне стабильных климатических условий и возникающие при этом риски. Васильчук Ю. К., Чижова Ю.Н., Буданцева Н.А., Мухина Ю.С.
5. Электронный ресурс. Режим доступа: Дарвазский хребет Путеводители [https://pohod.ru/guidebook/darvaz/p\\_darvaz\\_dolinarekioblz\\_a.html](https://pohod.ru/guidebook/darvaz/p_darvaz_dolinarekioblz_a.html) / Дата обращения: 10.11.2021.
6. Каюмов. А.К. «Оценка состояния оледенения верховья реки Сурхоб на примере бассейна реки Камаров в условиях изменения климата». Известия Национальной академии наук Таджикистан. Д. - №1(182). - 2021г. - 142 с.
7. Н.В.Короновский, А.Ф. Якушова. Основы геологии., Высшая Школа, Москва, - 1991. - 416 с.

А. Қ. ҚАҶОМОВ, К. МУСЛИМОВ, Х. К. КАБУТОВ

## ТАҲЛИЛИ МАСОҲАТИ ПИРЯХҲОИ ДАРӢИ ОБИ ЗАНКИ ҲАВЗАИ ОБИ ХИНГОВ

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

*Дар мақола масоҳати пиряхҳои дарӢи Оби Занки омӯхта шуда, барои муайян кардани обшавиши пиряхҳои ҳавзаи мазкур мусоидат мекунамд. Барои омӯзиши пиряхҳои дарӢи Оби Занки тасвирҳои кайҳонӣ аз моҳвораҳои Landsat - 2, 7 ва Sentinel - 2A истифода шуданд. Тибқи натиҷаҳои ба даст омада, майдони таназзул дар давраи аз соли 1994 то 2018 - 0,537 км<sup>2</sup> кам шудааст.*

**Калидвожаҳо:** таназзул, пиряхҳо, минтақа, Оби Занки, ArcGIS, Оби Хингоу.

A. K. KAYUMOV, K. MUSLIMOV, KH. K. KABUTOV

## ANALYSIS OF THE DISTRICT OBI-ZANKI OBI - HINGOB RIVER GLACES FROM 1994-2018 BY SATELLITES IMAGERY

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

*The purpose of the study is to assess the condition of the glaciers of the Obi Zanki River using remote sensing. Space images of Landsat - 2, 7 and Sentinel - 2A satellites were used for the study. The results show that the area of glaciers decreased by -0.537 km<sup>2</sup>, which is 7.58 percent of the total area.*

**Key words:** degradation, glaciers, area, Obi Zanki, ArcGIS, Obi Hingou.

УДК 551.324.63

А. Қ. ҚАҲОМОВ, А. Х. ДАВЛЯТОВА, Х. Қ. КАБУТОВ

## **ҲАВЗАИ ДАРҲИ БАТРУТ ВА ВАЪЫ ИМРЌЗАИ ПИРЯХҲОИ ОН ДАР ШАРОИТИ ТАҒЙИРҲБИИ ИҚЛИМ**

*Муассисаи давлатии илмии “Маркази омўзиши пиряхҳои  
Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”<sup>1</sup>*

*Ҳадафи таҳқиқот арзёбии ҳолати пиряхҳо дар ҳавзаи дарёи Батрут дар давраи солҳои 1994-2021 мебошад. Барои ин тасвирҳои моҳвораи Landsat5 (TM), Landsat7 (ETM+), Landsat8 (OLI) ва барномаи Arcgis10.5 истифода шуданд. Таҳлилҳо нишон доданд, ки масоҳати пиряхҳои ҳавзаи дарёи Батрут 4,39 км<sup>2</sup> (15,1%) кам шудааст. Набзиши забонаи пиряхи № 359 дар солҳои 1972, 1991 ва 2010 ошкор шудааст, ки бо ҳисоби миёна як километрро ташиқ медиҳад.*

**Калидвожаҳо:** тағйирёбии иқлим, ҳарорат, боришот, коҳишёбии пиряхҳо, усули зондиронӣ - фосилавӣ, ArcGIS, ҳавзаи дарёи Батрут.

### **Сарсухан**

Омўзиши захираҳои обӣ дар шароити гармшавии иқлим ва зиёдшавии шумораи аҳоли дар сар то сари дунё боиси нигаронӣ ва яке аз масъалаҳои муҳимтарини илми муосир гардидааст [6].

Ба Осиёи Марказӣ, ки дар маркази қитъаи Авруосиё воқеъ гардидааст, шароити иқлими беобӣ хос мебошад. Маълумоти метеорологии ҷаҳонӣ аз он шаҳодат медиҳад, ки баландшавии ҳарорати ҳаво ва хушксолӣ дар бисёр минтақаҳои ҷаҳон бештар аз пештар ба назар мерасад. Ин дигаргуниҳо дар Осиёи Марказӣ майли тезу тундшавӣ дошта, метавонанд ба мувозинати захираҳои оби минтақа, ҳосилнокии соҳаи кишоварзӣ, сифати мевачоту сабзавот ва тандурустии инсоният таъсири манфии худро расонанд [6]. Олимони он ба тағйирёбии иқлим ва таъсири он ба Осиёи Марказӣ, аз ҷумла

---

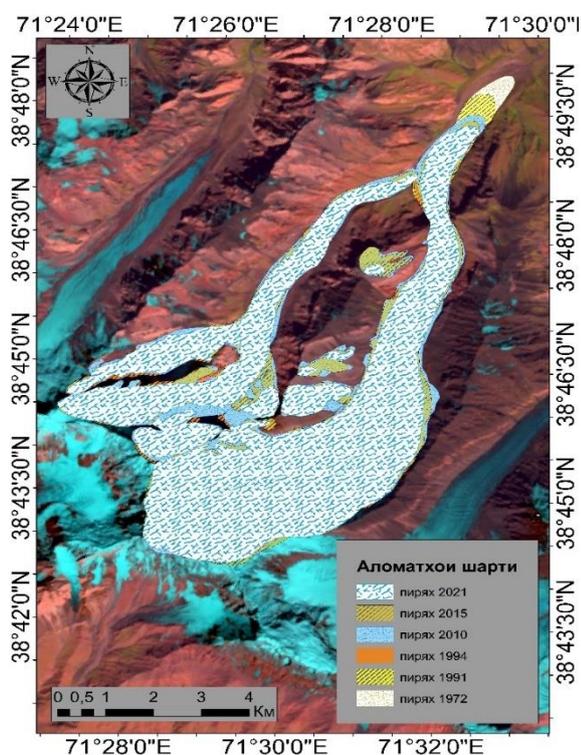
*Суроға барои мукотиба:* Қаюмов Абдулҳамид Қаюмович, Давлятова Адолат Хуршедовна. 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 33, Муассисаи давлатии илмии “Маркази омўзиши пиряхҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон”. E-mail: [abdkaimov@mail.ru](mailto:abdkaimov@mail.ru); [davlyatova.cryos@gmail.com](mailto:davlyatova.cryos@gmail.com)

ба Тоҷикистон чунин ақида доранд, ки “Дар ин минтақаи хушк, таъсири ояндаи тағйирёбии иқлим метавонад ба ҳаҷми пирахҳо, манбаъҳои ғизоӣ ва ҷараёни дарёҳо мустақиман таъсир расонад. Микдори оби аз пирахҳо ба дарёҳои кишвар ҷоришаванда ҳамасола ба ҳисоби 10-20% ва дар фаслҳои хушк гарм то 70% мерасад” [4].

Мақсади омӯзиши ҳавзаи дарёи Батрут ин муайян намудани ҳолати имрӯзаи пирахҳо дар шароити тағйирёбии иқлим дар давоми солҳои 1994-2021 ба ҳисоб меравад.

### Минтақаи омӯзиш

Ҳавзаи дарёи Батрут шохаи чапи ҳавзаи дарёи Оби Хингоб буда, дар нишебиҳои қисмати шимолии қаторкӯҳҳои Мазор ҷойгир аст [2]. Қаторкӯҳи Мазор аз баландии 5770 метр дар ҷанубу шарқ то 5140 метр дар шимолу ғарб мавқеъ дорад. Нуқтаи баландтарини он 5890 метр буда, дар қабати болоии пираҳи № 359 (пираҳи Батрут) ҷойгир аст.

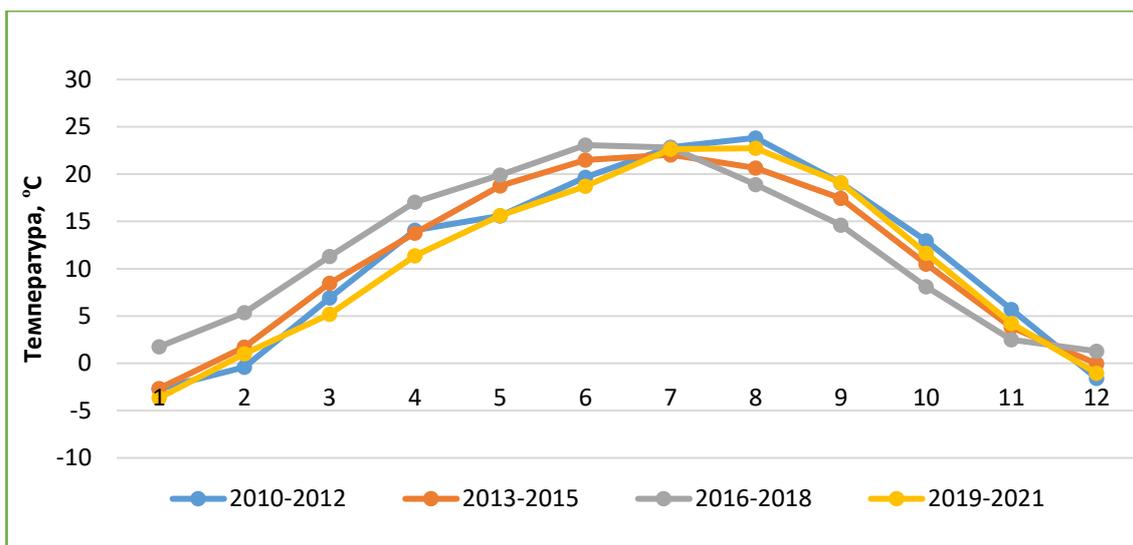


Расми 1. Ҳавзаи дарёи Батрут (пирахҳои № 359 то № 362)

Пиряхҳои ҳавза мувофиқи Феҳристи пиряхҳои ИҶШС рақамгузорӣ карда шуда, аз пиряхи № 359 шуруъ гардида, дар пиряхи № 362 ба охир мерасанд. Намуди морфологии пиряхҳои ҳавзаи дарёи Батрут водигӣ, асиметрӣ - водигӣ, наздинишебӣ ва нишебӣ - водигӣ буда, мавқеи ҷойгиршавиашон шимолӣ, шимолӣ - ғарбӣ ва шимолӣ - шарқӣ мебошанд [3].

**Хати фирн.** Сатҳи миёнаи баландии хати фирн дар ҳавзаи дарёи Оби Хингоб ба 4350 метр баробар аст. Хати фирн дар пиряхҳо мутаносибан бо ҳисоби миёна аз ғарб ба шарқ аз 3800 метр то 4500 метр баланд мешавад. Дар пиряхҳои экспозитсияи шимолӣ хати фирнавӣ то 350 метр баландтар аст нисбат ба экспозитсияи ҷанубӣ [3].

Иқлими минтақа. Шароити иқлимии ин ноҳияро релефи баланди мутлақи минтақа ва таъсири атмосфераи озод муайян мекунад [4].



**Расми 2. Маълумоти метеорологӣ оид ба ҳарорати ҳаво дар ҳавзаи дарёи Оби Хингоб дар давоми солҳои 2010-2021 [9]**

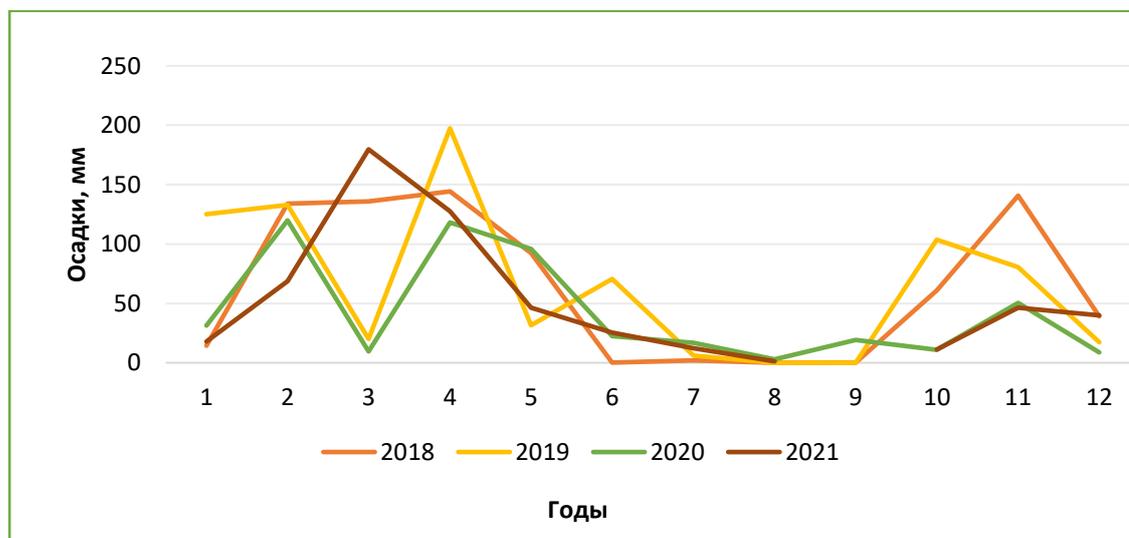
**Ҳарорати ҳаво.** Барои омӯзиши иқлими минтақа дар баландиҳои гуногун метеостансияҳои Федченко (4170 метр), Хобуробод (3350 метр), Сангвор (2180 метр) ва Тавилдара (1620 метр) гузошта шудаанд. Аммо, аз сабабе ки маълумоти метеостансияҳои зерин дастрас нестанд, бинобар ин маводи зарурӣ тавассути метеостансияи Тавилдара аз сомонаи интернетии gr5 зеркашӣ гардиданд [3-7]. Аз маълумоти дар расми 2 оварда шуда муайян гардид, ки моҳи гармтарини ноҳияи Сангвор ба август ва моҳи хунуктарини

он ба январ мувофиқ меояд. Ҳарорати миёнаи ҳаво мувофиқ ба маълумоти Феҳристи пирахҳои ИҚШС дар моҳи август ба 21,5 °С баланд ва дар моҳи январ бошад то -6 °С паст мегардад. Тибқи маълумоти пойгоҳи обухавосанҷии Тавилдара ҳарорати баландтарин дар давоми сол ба 38°С, ҳарорати пасттарин ба -34°С ва ҳарорати миёнаи ҳаво ба 8,7°С баробар мегардад [3, 7].

**Боришот.** Чи тавре ки аз Феҳристи пирахҳои ИҚШС маълум аст, суммаи максималии моҳонаи боришот дар водӣ мувофиқи метеостансияи Хобуробод ба моҳи март 199 мм ва мувофиқи метеостансияи Сангвор ба моҳи апрел 117 мм мувофиқ меояд [3].

Миқдори боришот асосан дар фасли зимистон, баҳор ва аввали тобистон зиёд буда, моҳҳои хушқтарини сол бошад ба июл, август ва сентябр мувофиқ меоянд ва ин давра ро давраи баъдиғизогири менаманд. Бо баланд шудани минтақаи кӯҳӣ на танҳо массаи боришот зиёд мешавад, балки таносуби боришоти саҳт низ меафзояд.

Дар расми 3 суммаи моҳонаи боришот мувофиқ ба метеостансияи Тавилдара оварда шудааст, ки массаи баланди боришот дар соли 2019 ба моҳи апрел мувофиқ омада, наздики 190 мм ро ташкил додааст. Соли 2021 бошад ба моҳи март мувофиқ омадааст, ки 180 мм ро ташкил додааст. Дар солҳои 2018 – 2020 боришот нисбатан кам ба назар мерасад.



Расми 3. Миқдори боришот дар ҳавзаи дарёи Оби Хингоб дар давоми солҳои 2010-2021 Манбаъ сомонаи интернетии *gr5*

## Усулҳои омӯзиш

Барои баҳодихии вазъи имрӯзаи пиряхҳо дар ҳавзаи дарёи Батрут усули таҳқиқоти фосилавӣ истифода шуданд, ки ба таҳлили интегралӣ ҳама намуди маълумоти дар рафти таҳқиқот ба даст омада нигаронида шудаанд. Тасвирҳои моҳворагӣ аз портали Хадамоти геологии ИМА (USGS), бо дастрасии кушод дар мавсими баъдигизогирӣ (август - аввали сентябр) зеркашӣ карда шуданд [6].

Тасвирҳои моҳворагии бисёрспектралӣ Landsat 5 TM бо пиксели дақиқнокиаш 30 м мувофиқ ба санаи 23.08.1994, Landsat 7 ETM+ бо пиксели дақиқнокиаш 15 - 30 м мувофиқ ба санаи 27.08.2010 ва Landsat 8 OLI TIRS бо пиксели дақиқнокиаш 15 - 30 м мувофиқ ба санаи 17.08.2021 зеркашӣ карда шудаанд.

### Ҷадвали 1

#### Номи моҳвораҳо ва сканерҳои дар моҳвораҳо насбгардида.

#### Санаи тасвирбардории сканерҳо дар рафти омӯзиш

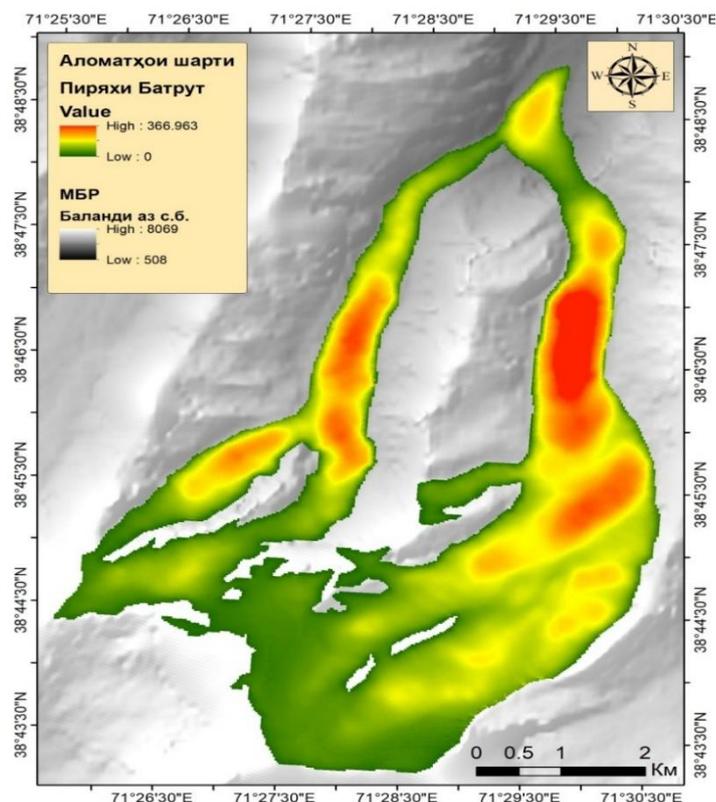
№	Номи моҳвора ва сканери ба он насбгардида	Сол ва вақти тасвирбардорӣ	Каналҳо
1	Landsat 5 TM	23.08.1994	SWIR, NIR, RED
2	Landsat 7 ETM+	27.08.2010	SWIR, NIR, RED
3	Landsat 7 ETM+	10.09.2015	SWIR, NIR, RED
4	Landsat 4-8 OLI	17.08.2021	SWIR, NIR, RED

#### Натиҷагирӣ аз рафти омӯзиш

Дар натиҷаи таҳқиқоти зондиронӣ - фосилавӣ масоҳат ва ҳаҷми пиряхҳои ҳавзаи дарёи Батрут дар давоми солҳои 1994-2021 муайян карда шуд. Маълум гардид, ки масоҳати умумии пиряхҳо дар соли 1994 29.17 км<sup>2</sup> буда, то соли 2021 ба 24.78 км<sup>2</sup> расидааст, ки ин аз коҳишёбии пиряхҳо шаҳодат медиҳад. Суръати ҳаракати обшавии пиряхҳо то соли 2010 суст ва аз соли 2015 то 2021 тезтар гардидааст. Далели инро ҳам дар расми 1 ва ҷадвали 2 дидан мумкин аст. Дар расми 1 масоҳати пиряхҳо дар давраҳои мухталиф бо рангҳои гуногун инъикос ёфтааст.

**Пирияхҳои ҳавзаи дарёи Батрут. Намуди морфологӣ ва мавқеи ҷойгиршавии пирияхҳо**

R/T	Номи пирияхҳо	Намуди морфологӣ	Мавқеи ҷойгиршавӣ	Масоҳати қисмати кушодаи пириях (км <sup>2</sup> )				
				1994	2015	2021	Масоҳати умумӣ км <sup>2</sup>	Масоҳати умумӣ (%)
1	№ 359	Водигӣ	Шимолӣ	20.1	17.78	17.23	-2.87	-14.3
2	№ 360	Асиметрӣ-водигӣ	Шимолӣ-ғарбӣ	0.82	0.73	0.69	-0.13	-15.8
3	№ 361	Наздинишебигӣ	Шимолӣ-шарқӣ	0.15	0.41	0.06	-0.09	-60
4	№ 362	Нишебӣ-водигӣ	Шимолӣ-шарқӣ	8.1	7.1	6.8	-1.3	-16.1
Ҳисоби умумии масоҳати пирияхҳо				29.17	26.2	24.78	-4.39	-15.1

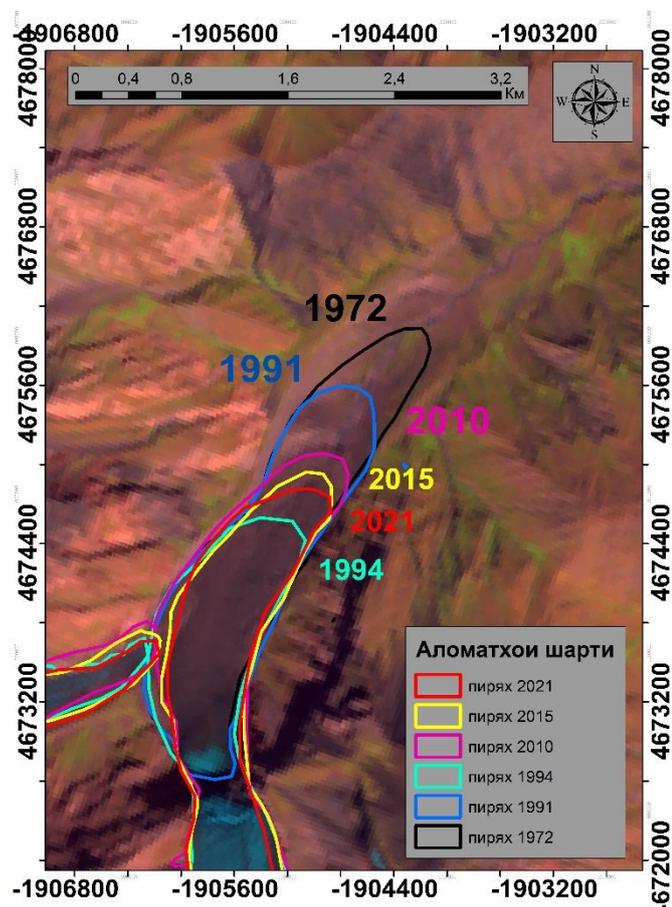


Вобаста ба масоҳати умумӣ ва сатҳи ҷойгиршавии пирияхҳо дар ҳавзаи дарёи Батрут ҳаҷми умумии онҳо муайян карда шуд. Таҳқиқот нишон медиҳанд, ки ғафсии максималии пирияхи Батрут 367 метр ва ғафсии миёнаи он 95 метр буда, ҳаҷми умумии ин пириях 2,507 км<sup>3</sup> ро ташкил медиҳад (расми 4).

**Расми 4. Ҳаҷми умумии пирияхҳои ҳавзаи дарёи Батрут**

**Пирияхи № 359** – пирияхи набзонӣ буда, забонаи он тақрибан дар давоми 16-19 сол як маротиба набзиш мекунад. Намуди морфологии пириях водигӣ буда, мавқеи ҷойгиршавиаш шимолӣ мебошад. Пириях майдони васеи физогирӣ дорад, ки дар қад-қадӣ шохаҳои танги қаторкӯҳҳои Мазор ба ду қисмати гуногун тақсим

мешавад. Майдони фирн дар қисмати боло ҳамвор буда, поёнтар аз он қисмати абилятсионӣ шуруъ мегардад. Пеш аз ворид шудан ба водии ҳамвор забонаи пирях монанди шаршараи яхин аз баландии 3-6 м ба водӣ мерезад, ки дар поёни он забонаи пирях боз ба масофаи тақрибан 2 километр тӯл мекашад [3].



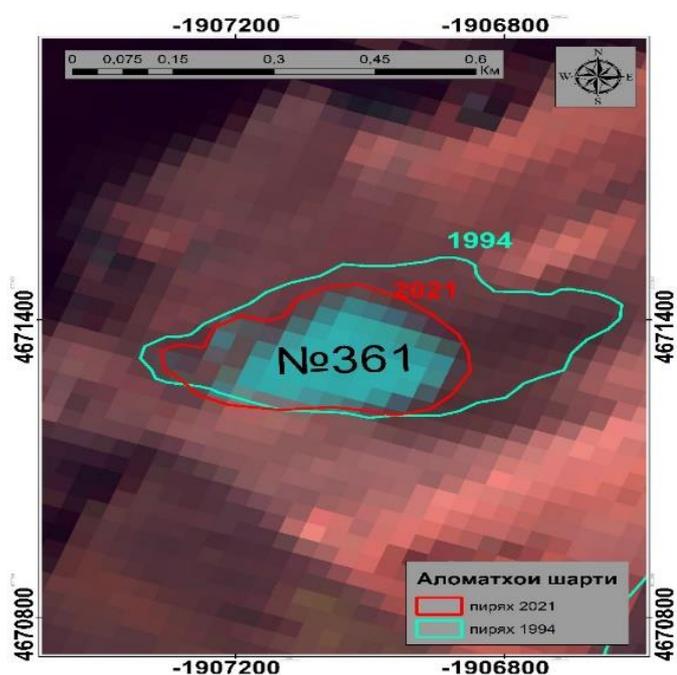
**Расми 5. Пиряхи № 359 (Батрут) ва набзишҳои пирях дар давраҳои омӯзишӣ**

Мувофиқи маълумоти Феҳристи пиряхҳои набзонӣ забонаи пиряхи № 359 дар соли 1972 ба миқдори 1.5 км ва соли 1991 ба миқдори 1 км ба пеш ҳаракат намудааст [1]. Мутобиқи маълумоти тасвирҳои моҳворагӣ бошад пирях охири маротиба дар соли 2010 ба масоҳати 500 метр набзиш намудааст. Аз маълумоти ба даст омада аён мегардад, ки набзишҳои пиряхи Батрут аз ҳамдигар бо масофаи 500 метр дар ҳар давраи набзишӣ фарқ мекунанд.

Аз соли 2011 инҷониб забонаи пирях дар ҳолати ақибнишинӣ қарор дошта, дар давоми солҳои 2010 то 2015 -195 метр ва дар давоми солҳои 2010 то 2021 -

324 метр ба ақиб рафтааст. Қисмати забонаи пирях соли 2010 дар баландии 2824 метр қарор дошт ва то соли 2021 бошад то баландии 2960 метр ба қафо рафтааст.

Дар расми 5 забонаи пиряхи № 359 ва набзишҳои пирях дар давраҳои зикргардида тасвир ёфтаанд. Набзиши соли 1972 набзиши бузурги пирях дар давраи омӯзишии мо ба шумор меравад, аммо ин набзиши аввалини пирях нест, чунки дар забонаи пирях изи набзишҳои бузурги дигар низ дида мешавад. Маълум нест, ки ин набзишҳо ба кадом давраҳо рост меоянд, аммо дар ин минтақаҳо моренаҳо боқӣ мондаанд ва моренаҳо далели набзишҳои пирях дар давраҳои гузашта мебошанд.



Расми 6. Ҳолати пиряхи № 361 дар давоми солҳои 1994 то 2021

**Пиряхи № 361** - намуди морфологии наздинишебӣ дошта, дар қисмати шимолу шарқии ҳавзаи дарёи Батрут ҷойгир шудааст. Масоҳати пирях дар соли 1994 0.15 км<sup>2</sup> буда то соли 2021 ба 0.06 км<sup>2</sup> расидааст.

Масоҳати пирях нисбат ба соли 1994 ба миқдори 60% коҳиш ёфта, дар ҳоли пурра аз байн рафтан мебошад. Далели коҳиш ёфтани масоҳати пиряхи № 361 дар мавқеи ҷойгиршавӣ ва шакли морфологии он мебошад. Инчунин масоҳати хурди пирях низ сабаби коҳишбодии он буда метавонад, чунки пиряхҳои ҳаҷмашон хурд ба ҳар гуна шароит зуд мутобиқгардида, дар шароити боришоти

зиёд бузург мегарданд ва дар шароити ҳарорати баланди гармӣ бошад ба зудӣ об мешаванд [5].

### Хулоса

Таҳлилҳои гузаронида шуда нишон доданд, ки пирахҳои масоҳаташон калон нисбати пирахҳои масоҳаташон аз 0.1 км<sup>2</sup> хурд камтар хоҳиш ёфтаанд.

Ҳаҷми умумии пирахи Батрут 2.507 км<sup>3</sup>, ғафсии максималии он 367 метр ва ғафсии миёнааш 95 метрро ташкил медиҳад.

Маълум гардид, ки пирахҳои наздинишебии қисмати шимолу шарқӣ нисбати пирахҳои водигӣ, асиметрӣ - водигӣ, нишебӣ - водигӣ дар қисмати шимолӣ ва шимолӣ - ғарбӣ зиёдтар хоҳиш ёфтаанд.

Натиҷаи таҳлилҳо нишон доданд, ки қисмати забонаи пирахи № 359 тақрибан дар давоми 16-19 сол як маротиба набзиш мекунад. Набзишҳои забонаи пирахи мазкур ба солҳои 1972, 1991 ва 2010 рост меояд. Аз соли 2011 то инҷониб дар забонаи пирахи № 359 ҳаракатҳои хурд ва бениҳоят суст дида мешаванд.

### Адабиёт

1. Осипова Г. Б., Цветков Д. Г., Щетинников А. С., Рудак М. С. Каталог пульсирующих ледников Памира // Материалы гляциол. исследований. 1998. Вып. 85. С. 3–136.

2. Дарвазский хребет – Путеводители. Долина реки Батрут. [https://pohod.ru/guidebook/darvaz/p\\_darvaz\\_lednikshokalndr\\_a.html](https://pohod.ru/guidebook/darvaz/p_darvaz_lednikshokalndr_a.html). Дата обращения: 10.12. 2021 г.

3. Каталог Ледников СССР. Том 14. Средняя Азия, Выпуск 3. Амударья. часть 9. Бассейн реки Обихингоб – Гидрометеиздат, - 1978.

4. Каюмов. А. К. Современное состояние и перспективы изучения ледника Федченко в условиях изменения климата / - Криосфера. - № 1-2 (1), - 2021. – С. 8-33 с.

5. Каюмов А., Наврузшоев Х., Кабутов Х. Крупные ледники бассейна реки Гунт, (Памир, Таджикистан). Научно-практический Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии

Национальной академии наук Таджикистана. - Том 1. №1. - 2021. Душанбе. -С. 43-50.

6. А. Каюмов, Х. Д. Наврузшоев. Современное состояние оледенения притока Друмдара бассейна реки Гунт. Криосфера. - Том 1. - №1. - 2021. Душанбе. - С. 32-42.

8. Таиров Ш. М., Абдуллаев Б. Б. “Чрезвычайные и критические изменения климата в странах Центральной Азии”. Безопасность деятельности человека. Технический наук - № 2 (71), - 2020 г.

9. Электронный ресурс. Режим доступа: [https://rp5.ru/%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0\\_%D0%B2\\_%D0%93%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B0%D1%80%D0%B5](https://rp5.ru/%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0_%D0%B2_%D0%93%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B0%D1%80%D0%B5) / (Дата обращения: 15.11.2021).

А. К. КАЮМОВ, А. Х. ДАВЛЯТОВА, Х. К. КАБУТОВ

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕДНИКОВ БАСЕЙНА РЕКИ БАТРУТ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

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

*Цель исследования – оценить состояние ледников в бассейне реки Батрут за период 1994-2021 гг. Были использованы спутниковые снимки Landsat5 (TM), Landsat7 (ETM+), Landsat 8 (OLI) и программа Arcgis10.5. Полученные результаты показали, что площадь ледников в этом бассейне уменьшились на 4,39 км<sup>2</sup> (15,1 %). Пульсации ледника № 359 были выявлены в 1972, 1991 и 2010 гг.*

**Ключевые слова:** изменение климата, температура, осадки, таяние ледников, метод дистанционного зондирования, ArcGIS, бассейн реки Батрут.

A. K. KAYUMOV, A. KH. DAVLYATOVA, KH. K. KABUTOV

### **THE BATROUT RIVER BASIN AND THE PRESENT STATE OF THE BASIN GLACIERS UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE**

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

*The aim of the study was to assess the condition of glaciers in the Batrut River basin for the period 1994-2021. Landsat5 (TM), Landsat7 (ETM+), Landsat8 (OLI) satellite images and Arcgis10.5 software were used. The results showed that the area of glaciers in this basin decreased by 4.39 km<sup>2</sup> (15.1%). Surging of glacier No. 359 were identified in 1972, 1991 and 2010.*

**Key words:** climate change, temperature, precipitation, glacier, Batrut river basin, method, remote sensing, satellite, scanner, area, reduction.

## Барои муаллифон

### Қоидаҳои омода намудани мақолаҳои, ки ба маҷаллаи «Криосфера»-и Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзиши ҷаҳонии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон» барои нашр пешниҳод мешаванд

Маҷаллаи «КРИОСФЕРА»-и Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзиши ҷаҳонии Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон» натиҷаҳои асли ва муҳимтарини таҳқиқоти илмиро дар соҳаи криосфера, ҷаҳоншиносӣ, иқлимшиносӣ, метеорология, гидрология, экология ва санитария инъикос мекунад.

#### Тартиби мақола

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

Ҳадди ниҳии 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 ҳаёти 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, сатрҳо 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 яқум)
- Фишурда (150-250 калима)
- Калидвожаҳо (2-5 калима)
- Дар охири мақола маълумот бо забони англисӣ ва тоҷикӣ мунтазам оварда мешавад.

#### Мақола бояд дар бар гирад:

- Сарсухани мухтасар
- Ҳадафи омӯзиш
- Мавод ва тарзҳои 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 лозим аст, ки кадоме аз муаллифон барои мукотиба масъуланд.
- Ҷойи асосии кори 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, ҷойи кори ҳар як муаллифро алоҳида қайд намудан лозим нест.
- Суроғаи электронии муаллифе, ки барои мукотиба масъул аст.

## **Намунаи тартиби сарлавҳаи расмҳо – Акси. 1. Номи акс (дар марказ воқеъ мегардад)**

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

### **Ҷадвалҳо ва формулаҳо**

Тартиб додани формулаҳо, ҷадвалҳо, диаграммаҳо бо истифода аз панели асбобҳои стандартӣ анҷом дода мешавад.

Намунаи тарҳрезии сарлавҳаи ҷадвал.

#### **Ҷадвали 1.**

Номи ҷадвал. (дар болои ҷадвал, дар марказ ҷойгир мешавад)

#### **Ҷадвали 2**

Номи ҷадвал

Дар поёни ҷадвал пайванд ба манбаи асосӣ гузошта мешавад.

### **Рӯйхати адабиёт**

Рӯйхати адабиёт бояд маълумоти адабиётхоро дар бораи нашрияҳои дар мақола зикршуда дар бар гирад ва истинод ба нашрияҳои 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: ном ва насаб, номи пурраи китоб, ҷойи нашр, ношир, соли нашр, ҷилд ва ё шумораи нашр, шумораи умумии саҳифаҳо.

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

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

## 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 (.docили .docx), стандартным шрифтом Times New Roman, кегль 14, с полуторным междустрочным интервалом.

Максимально допустимый объем статьи составляет 14 страниц или 40000 знаков включая пробелы. Рисунки также учитываются при объеме 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 (строчными буквами)
- Название организации в которой выполнялась работа (*первого автора*)
- Краткая аннотация (150-250слов)
- Ключевые слова (3 - 5).
- В конце статьи в той же последовательности информация приводится на английском и таджикском языках.

#### Статья должна содержать:

- Краткое введение
- Цель исследования
- материалы и методы исследования
- результаты исследования и их обсуждение
- выводы
- список литературы

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 под рисуночной 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.

- espondence.

- 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»**

Муҳаррир: М.Кенчаев

Ороишгар: Х. Д. Наврузшоев

Мусахҳеҳ: Н.О. Бахтибекова