

**Information about the authors.** Haqdod Mahmadsarif Mahmud - Doctor of Technical Sciences, Professor, Senior Researcher of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: mkhakdodov@mail.ru; Gulahmadzoda Aminjon Abdujabbor - Doctor of Technical Sciences, Director of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan. E-mail: agulakhmadov@gmail.com; Khakdodov Akbarjon Makhmadsharifovich, fellow applicant of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, hakdodovakbar@gmail.com.

УДК 551.324.64

## СОСТОЯНИЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ ЛЕДНИКОВ ТАДЖИКИСТАНА НА ПЕРИОД 1956 - 2021 ГОДЫ

Расулзода Х.Х.<sup>1,\*</sup>

<sup>1,\*</sup>Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников Национальная академия наук Таджикистана»

\*Автор-корреспондент. E-mail: hamidjon1966@mail.ru

**Аннотация.** В статье изложены результаты многолетних наблюдений за контрольными ледниками в бассейне реки Вахи. Интеграция наблюдательных данных с расчётными методами позволяет объективно оценить современное состояние ледников Таджикистана. Объём ледников имеет решающее значение для формирования водных ресурсов бассейна, что особенно актуально для стабильного функционирования гидроэнергетического сектора страны.

Установлена достоверная картина современного состояния контрольных ледников. На основе точных данных о среднегодовых скоростях отступления ледников в ряде речных бассейнов за годы регулярных наблюдений, а также с учётом положения языковых оконечностей ледников за последние годы, расчётными методами определены не только величины их отступления, но и особенности поведения ледников в периоды их активного развития.

**Ключевые слова:** ледники, динамика, наблюдения, репрезентативность, площадь, объём, длина, высота.

### Введение

В 1956-58 годы в связи с Программой Международного Геофизического Года (МГГ), в ряде бассейнов рек Таджикистана (Зеравшан, Обихингоу, Сурхоб, Муксу, Каратаг, Ванч, Варзоб, на территории Восточного Памира) из общего количества ледников было выбрано ледники для проведения регулярных наблюдений, которые характерны для данного бассейна так называемые репрезентативные, или контрольные, ледники, различных типов: дендритовые, горно-долинные, каровые, долинные и другие.

На контрольные ледники начали регулярно выезжать экспедиционные отряды один раз в два-три года. А уже с конца 60 годов, и начала 70 годов с использованием вертолётов до 1991 года, наблюдения за контрольными ледниками начали

проводиться ежегодно. За этот период был накоплен значительный материал о характере поведения контрольных ледников различных типов. При обработке контрольного ледника того или иного типа, появилась возможность составить графики состояния обследуемого ледника. То есть, наступает или отступает тот или иной ледник. Поскольку однотипные ледники, расположенные в одном бассейне, получают одно и то же количество твёрдых осадков, подвержены они одному и тому же температурному воздействию. Расположены они на высотах практически равных соседствующим ледникам, а также однотипным значениям экспозиций ледников, появилась предпосылка к созданию расчётной модели состояния остальных ледников, расположенных в данном бассейне. В эти же годы на ряде

репрезентативных ледников различных бассейнов проводились гляциологические работы по программе 2 класса. Экспедиционными отрядами проводились наблюдения за ледниками в течении двух-трёх месяцев, каждого полевого сезона, на протяжении двух-трёх лет. В программу этих работ входили гидрологические, метеорологические, актинометрические и другие наблюдения, которые позволяли производить расчёты по абляционным и сублимационным процессам, изучать величину стока рек, берущих начало из обследуемых ледников и получать ряд других гидрометеорологических значений. Начиная с 1992 года, по ряду объективных причин, наземные экспедиционные обследования ледников прекратились. Только в 2000-2005 годах начали проводиться наблюдения за контрольными ледниками, которые продолжаются по настоящее время. Но и эти наблюдения носят нерегулярный и раздробленный характер.

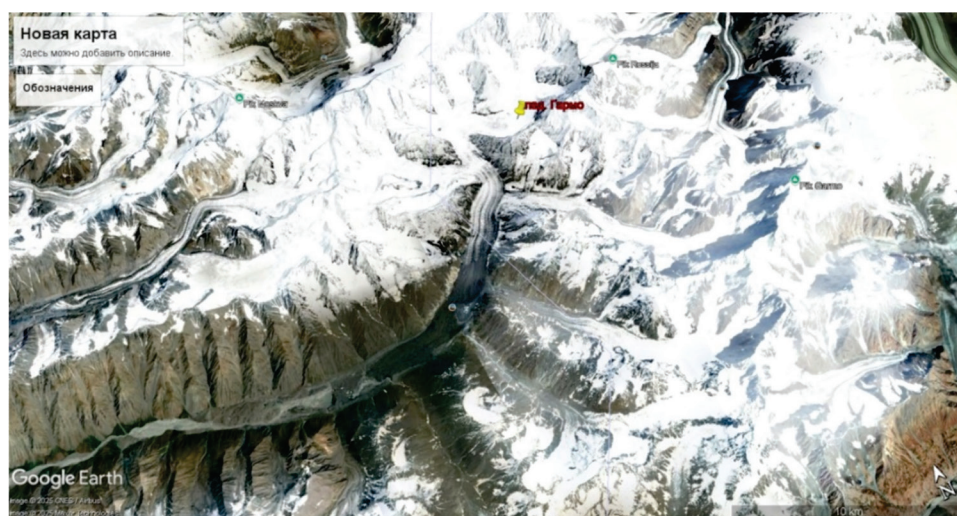
Проведённые работы позволили расчётными методами установить истинную

картину состояния контрольных ледников на настоящий период времени. Конкретно зная среднегодовые скорости отступления ледников ряда бассейнов рек за годы регулярных наблюдений и определив границу языковых оконечностей ледников за последние годы, было установлено расчётными методами не только величины отступления ледников, но и их поведение в годы активного состояния. Ряды контрольных ледников, расположенных в бассейне реки Муксу были обследованы с борта вертолёта в 2009 и 2020 годах. И по характерным признакам поведения их языковых зон было определено их состояние не только отступления, но и активизации за последний период времени.

### **Ледники бассейна реки Обихингоу**

#### **1. Ледник Гармо**

Ледник Гармо расположен в верховьях реки Гармо, одной из составляющих реки Обихингоу.



**Рисунок 1.** Географическое положение ледника Гармо.

Правый берег реки Гармо составляют отроги хребта Гармо, левый берег – отроги хребта Пашимгарм. Верхняя зона бассейна реки – это зона отрогов хребта Академии Наук. Тип ледника сложно долинный. По данным [1] длина ледника составляла 30.4 км, площадь 114.6 км<sup>2</sup>.

Нижняя граница ледника находилась на абсолютной отметке 2970 м. Верхняя граница – 3840 м. За период с 1977 г. по 1991 г. общее отступление ледника составило 950 метров [2], по результатам экспедиционных обследований 2021 г. общее отступление ледника составило 6.6 км [3].

Соответственно уменьшилась и площадь ледникового тела на  $4.6 \text{ км}^2$ . В настоящее время площадь ледника составляет  $110.0 \text{ км}^2$ . Длина ледника на настоящий период составляет  $23.8 \text{ км}$ . Столь значительное отступление языка ледника объясняется отчленением значительных площадей ледника от основного ствола ледника из-за вклинивания в ледник ручьёв-притоков, бывших ледников притоков, как левого борта ледника, так и с правого, которые разрезали ледник на участки так

называемого, «мёртвого льда». В настоящее время на пойме реки Гармо остались небольшие островки «мёртвого льда», покрытые моренными отложениями. На пойме реки видны остатки ледниковых озёр, которые, судя по всему, исчезнут в ближайшее время.

## 2. Ледник Скогач

Долинный ледник Скогач расположен в районе нижнего течения левого берега реки Бохуд, составляющей реки Обихингоу.



Рисунок 2. Географическое положение ледника Скогач.

Своё начало ледник берёт со склонов Мазарского хребта. По данным [1] длина ледника составляла  $12.0 \text{ км}$ . Площадь ледника составляла  $12.6 \text{ км}^2$ . Нижняя зона залегания языка ледника находилась на абсолютной отметке  $3050 \text{ м}$ , верхняя зона залегания –  $5250 \text{ м}$ . За период с 1970г. по 1991г. скорость отступления ледника составляла  $5\text{--}7$  метров в год. Экспедиционные наблюдения, проведённые в 2008 г. показали, что скорость его отступления несколько увеличилась [4]. По расчётным данным, всего за весь период наблюдений ледник отступил на  $500$  метров. Длина ледника на 2020 год составляет  $11.5 \text{ км}$ . При этом отмечена тенденция к понижению поверхности ледника до  $0.8 \text{ м}$  в год в его языковой части. Площадь стаявшего

го льда, по расчётным данным, составила  $0.9 \text{ км}^2$ . По аэровизуальным наблюдениям отметилось и понижение поверхности ледника в его нижней зоне. Понижение его поверхности по расчётным данным составило в нижней зоне  $8\text{--}9 \text{ м}$ .

## 3. Ледник Мазарский

Сложный долинный ледник Мазарский расположен в верховьях реки Обимазар, одной из составляющей реки Обихингоу.

Своё начало ледник Мазарский берёт на стыке хребтов Мазарского и Дарвазского. Длина ледника по данным [1] составляла  $16.8 \text{ км}$ . Общая площадь ледника составляла  $23.0 \text{ км}^2$ . Низшая точка залегания ледника находилась на абсолютной отметке  $3200 \text{ м}$ . Высшая точка ледника

расположена на абсолютной отметке 5400 м. За период наблюдений с 1967 г. по 1991 г. (24 года) ледник отступал в среднем на 16 м в год. Ледник отступил за этот период на 380 метров [5]. К 2020 году (29 лет) ледник отступил, по расчётным данным, ещё на 480 метров. В настоящее время величина отступления языковой части ледни-

ка составляет 860 метров. Длина ледника составляет 15.5 км. Площадь стаявшего льда на 2020 год составила по расчётным данным 1.5 км<sup>2</sup>. В настоящее время, общая площадь ледника составляет 21.5 км<sup>2</sup>. Объём стаявшего льда по расчётным данным составляет 0.5 км<sup>3</sup>.



Рисунок 3. Географическое положение ледника Мазарский.

## Ледники бассейна реки Сурхоб

### 1. Ледник Кызылкуль

Долинный ледник Кызылкуль расположен на северных склонах хребта Петра

Первого и его воды впадают в левобережную часть реки Сурхоб у верхней окраины райцентра Таджикабад.

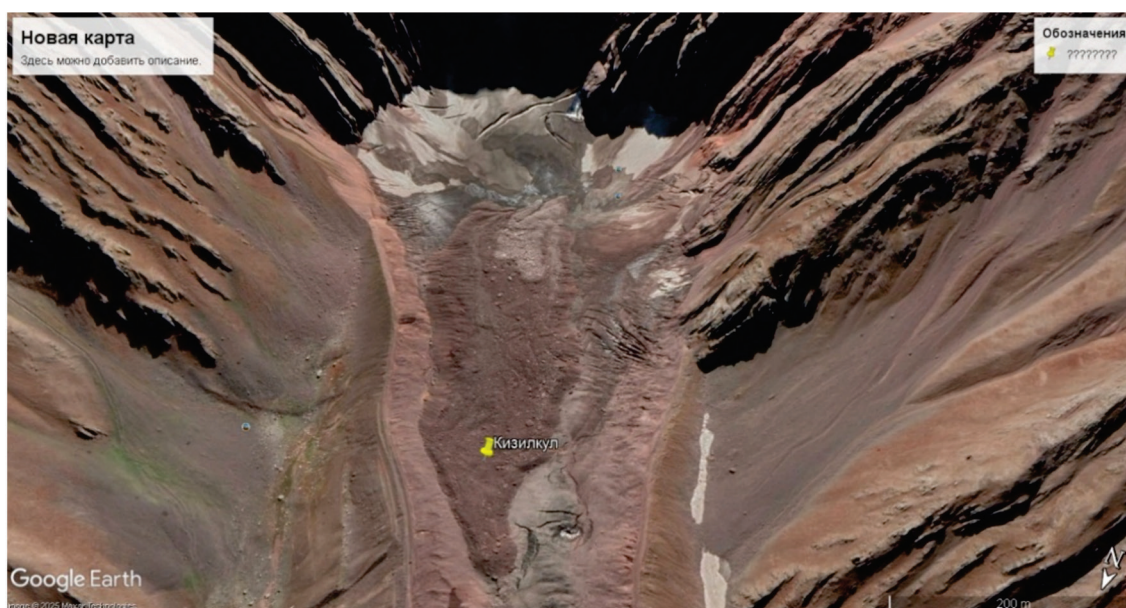


Рисунок 4. Географическое положение ледника Кызылкуль.

За весь период наблюдений (1973-1991 гг. ледник имел тенденцию близкую к стационарному состоянию. Отступление ледника по данным экспедиционных обследований составляло 3-5 метров в год [5]. И эти данные наблюдались лишь в отдельные периоды наблюдений и наблюдались крайне редко. Вызывалось это отступление недостаточным поступлением ледовых масс, питающих основное тело ледника из-за обрушения присклоновых и висячих ледников, расположенных в истоках ледника Кызылкуль на высотах 3800-4400 метров над у.м. В случаях обрушения ледовых масс на тело ледника отмечалось увеличение массы ледника в его стволовой части. То есть повышение ледниковой поверхности ледника, раздробление ледовых масс в его языковой части. По данным экспедиционных наблюдений, проведённых в июле 2019 года, отметилось, что в верхней зоне ледника на расстоянии 2.5-3 км от его языковой части в районе смыкания тела ледника с зоной обрушения ледовых масс, поверхность ледника

значительно понизилась. Образовалась даже ложбина, которая резко отличается своими размерами от массы льда, находящегося в районе основного ствола ледника близкого к языку ледника. По высоте зона ложбины ледника находится на 10-15 метров ниже основного ствола ледника. Очевидно, в последнее десятилетие произошло обрушение ледовых масс от присклоновых и висячих ледников, которое повысило поверхность основного ствола ледника на несколько метров. Но затем поверхность зоны ложбины резко понизилась, образовался перегиб и питание основного ствола ледника прекратилось. В результате этого обрушения изменилось местоположение гротовой части ледника, образовались мелкие гроты. В целом, по всем этим косвенным данным о леднике Кызылкуль, можно судить, что он находится в стадии отступления.

## 2. Ледник Дидадь

Пульсирующий ледник Дидадь расположен на северных склонах хребта Петра Первого.

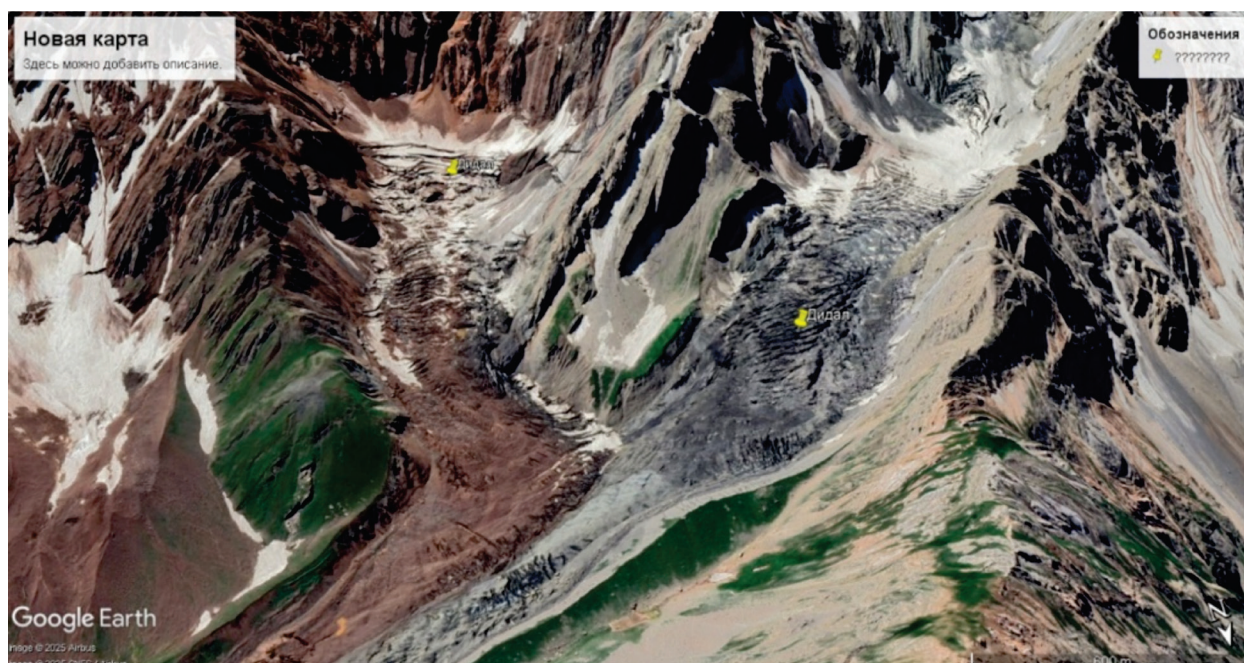


Рисунок 5. Географическое положение ледника Дидадь.

В настоящее время находится в стадии отступления после пульсации, произошедшей в 2016 году. По сравнению с пуль-

сацией 1974 года длина пробега ледовых масс во время последней пульсации была значительно короче и составила около

2.2 км от зоны зарождения пульсации на высотах 3700-3900 м до срединной части залегания ледника и точке остановки спульсированных масс льда [6]. Площадь вынесенной массы льда составила 0.044 км<sup>2</sup>. Объём вынесенной массы льда составил, по расчётным данным, 0.0015 км<sup>3</sup>.

### 3. Ледник № 507

Ледник долинного типа № 507 расположен на северном склоне хребта Петра Первого в истоках реки Шурак Восточный.

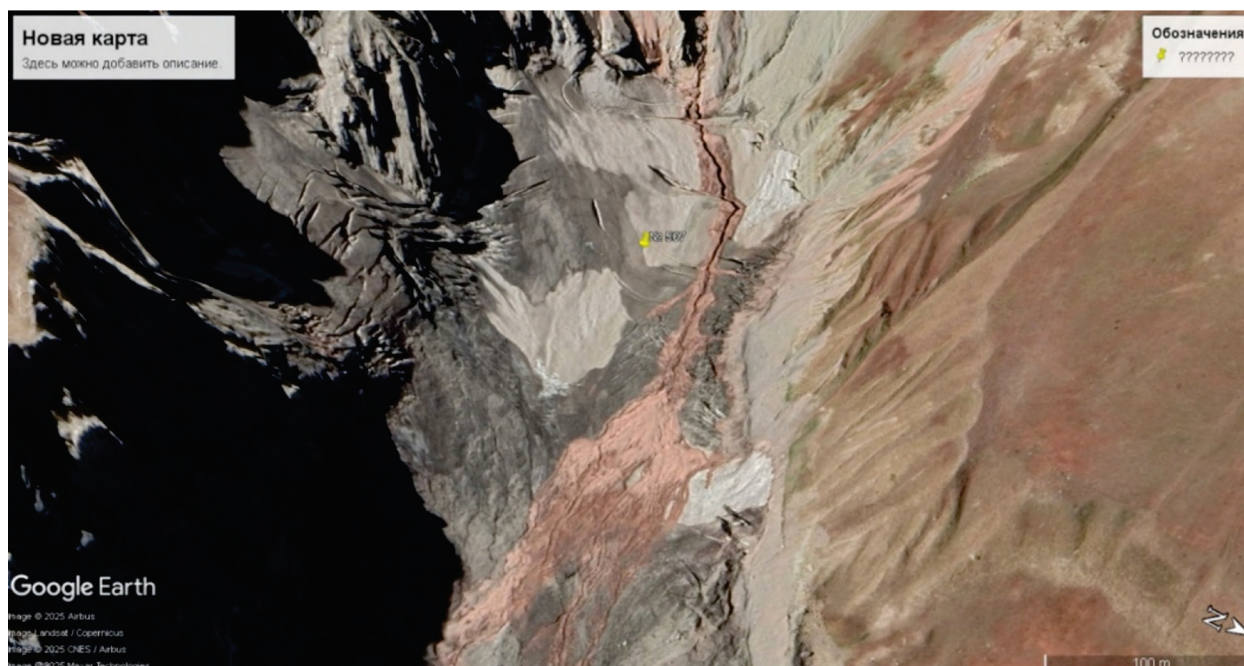


Рисунок 6. Географическое положение ледника № 507.

Длина ледника составляет 2.2 км, площадь 0.7 км<sup>2</sup>. Ледник оканчивается на высоте 2800 м. За прошедший период наблюдений (1974-1989 гг.) ледник находился в стадии отступления [7]. В среднем ледник отступал на 5-7 метров в год. При этом отмечалось понижение его поверхности. На момент обследований она составляла 2-3 метра в год. Но нередко за весь период наблюдений на тело ледника происходили обрушения ледовых масс ледников, расположенных в соседних ущельях и являющимися как бы ледниками-притоками основного ледника, но не впадающими в основное тело ледника. Обрушения этих ледовых масс нередко увеличивали объём основного ледника №507, но спустя два три года ледовые массы полностью растаивали. В целом, состояние ледника можно отметить как состояние отступления.

### 4. Ледник № 517

Ледник № 517 расположен на северном склоне хребта Петра Первого в бассейне безымянного левого притока реки Сурхоб.

Ледник долинного типа. Длина его 2.9 км, площадь 0.8 км<sup>2</sup>. Язык ледника оканчивается на высоте 2320 м. За весь период наблюдений (1973-1989 гг.) ледник находился в стабильном состоянии. В отдельные годы наблюдений ледник отступал на 2-3 метра в год. В определённые периоды времени ледник приходил в состояние наступания и продвигался на 3-5 метров за год в течение 3-4 лет. Но затем вновь начинал отступать. В настоящее время ледник, по расчётным данным, отступил на 250 метров и его площадь сократилась на 0.2 км<sup>2</sup> по сравнению с 1989 годом.

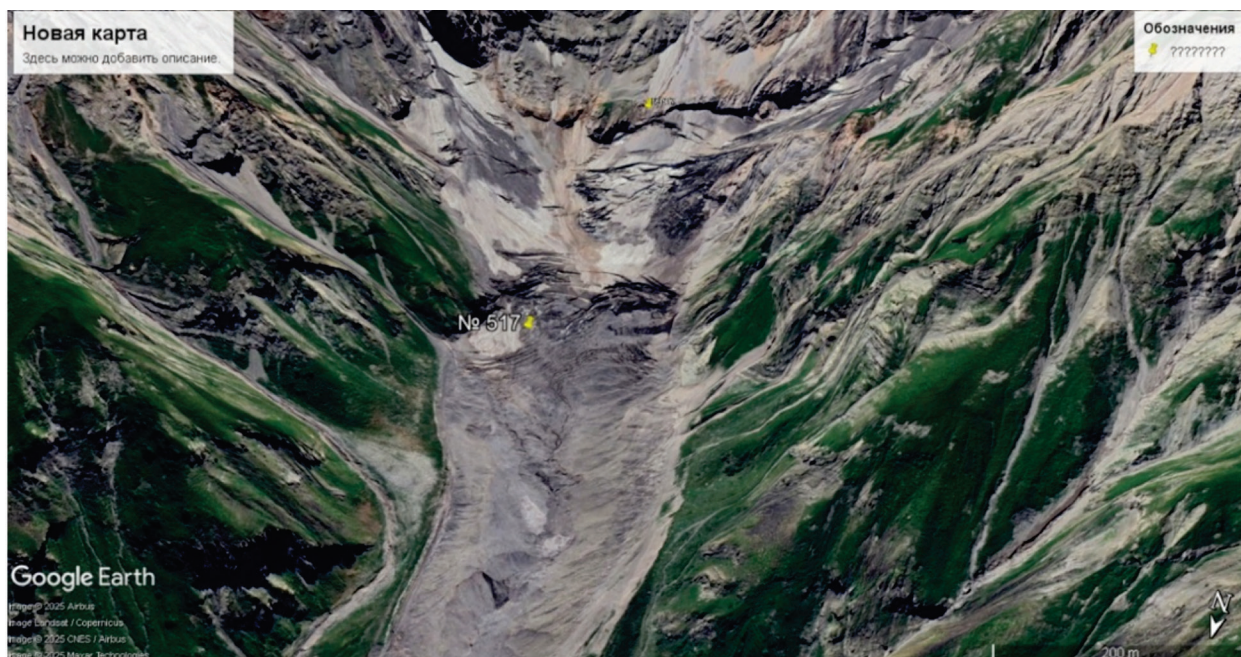


Рисунок 7. Географическое положение ледника №517.

#### Ледники бассейн реки Муксу

##### 1. Ледник Федченко (Ванчях)

Дендритовый ледник Федченко залегает в зоне, окружённой хребтами Кыз-Кур-

ган, Арал, хребта Высокая стена, хребта Язгулёмского и хребта Академии Наук.



Рисунок 8. Географическое положение ледника Федченко.

По данным [8] бассейн реки Муксу длина всего ледника составляла 77 км. Площадь всего ледника равнялась 156

км<sup>2</sup>. Объём ледника составлял 93.600 км<sup>3</sup>. Низшая точка залегания языка ледника 2900 м. Высшая точка залегания ледника

составляет 6280 м. За период наблюдений за состоянием ледника с 1933 по 1988 годы площадь стаявшего льда составила 3.9 км<sup>2</sup>. За период наблюдений с 1933 по 1957 годы (24 года) скорость отступления ледника составляла 44 метра в год. По расчётным данным ледник за эти годы отступил на 1056 метров. С 1957 года по 1988 год (31 год) скорость отступления ледника понизилась и составила 20 метров в год. В итоге ледник отступил ещё на 620 метров. По расчётным данным и по экспедиционному обследованию ледника, проведённому в 2016 году [9], ледник отступил, по сравнению с 1988 годом, ещё на 500 метров. Общая величина отступления ледника составила 2.5 км. Площадь стаявшего льда, по расчётным данным, составила за этот период времени 3.7 км<sup>2</sup>. На 2020 год длина ледника Федченко составляла 74.5 км. Площадь ледника составляла 152.3 км<sup>2</sup>. Объём ледника на период 2020 г. составлял 90.7474 км<sup>3</sup>. В 2014 по данным космических наблюдений и по аэровизуальным наблюдениям, проведённым в 2016 году, отметились увеличение объёмов ледовых масс и подвижки левобережных ледников-притоков ледника

Федченко: ледника Бивачный, и его левобережных притоков, ледников Ошанина, Калинина и ряда других. Все эти ледники, притоки ледника Бивачного резко повысили высоту поверхности ледника Бивачного на 10-15 метров. В результате этого узел сочленения ледника Бивачного с ледником Федченко повысился в целом, по результатам экспедиционных обследований и аэровизуальных наблюдений, на 20-40 метров. В этом районе исчезли все ледниковые озёра, практически исчезла морена на леднике Бивачный. Поверхность сочленения стала представлять собой нагромождение ледовых блоков, с трещинами раскола. Это свидетельствует об активизации ледовых процессов в этом районе, накоплении ледовых масс и предполагаемом влиянии этой активизации на состояние языковой части ледника Федченко. То есть, о возможном продвижении языка ледника Федченко на расстояние 200-300 метров вниз по долине реки Муксу.

## 2. Ледник Мушкетова

Сложно долинный ледник Мушкетова расположен на северном склоне хребта Академии Наук.

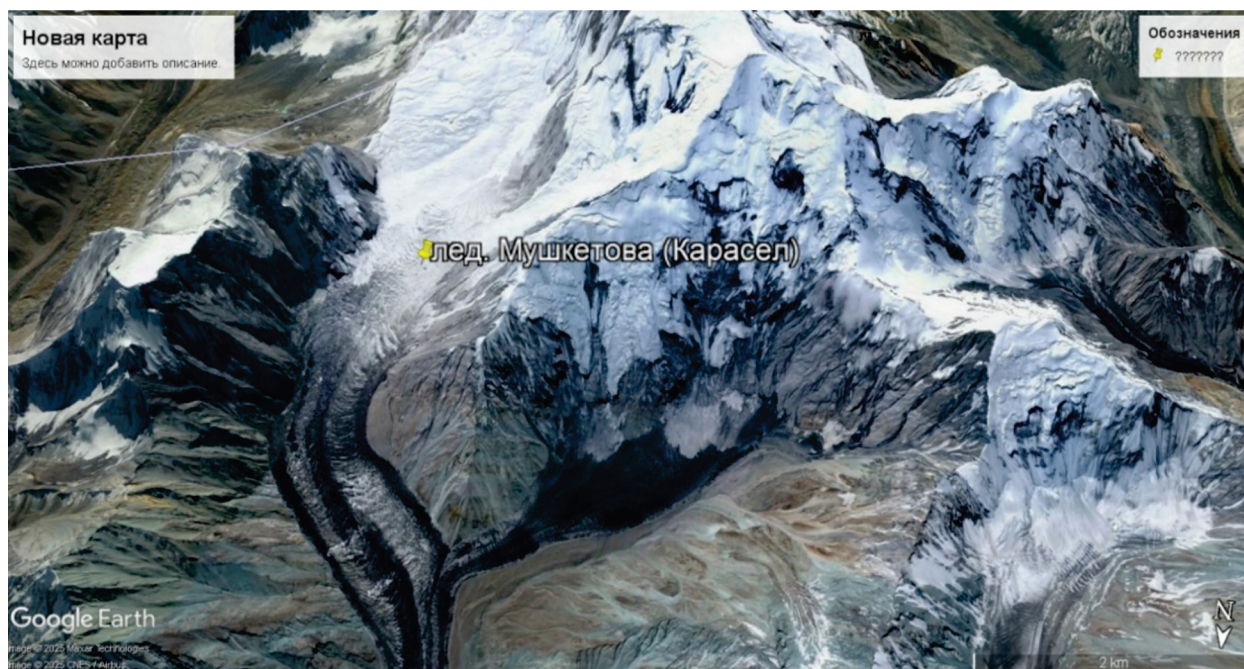


Рисунок 9. Географическое положение ледника Мушкетова.

По данным [8] Бассейн реки Муксу. Ленинград. Гидрометеиздат 1979 г.» ледник имел длину 14 км и общую площадь оледенения  $17.1 \text{ км}^2$ . Объём ледника составлял  $1.9092 \text{ км}^3$ . Конец языка ледника залегает на высоте 2870 м. Верхняя зона ледника залегает на высоте 7100 м. За период с 1977 по 1991 годы ледник находился в стадии стационарного покоя и стадиях наступания. Скорость наступания составляла 3-5 метров в год. По данным аэровизуальных наблюдений, проведённых в 2009 году, ледник находился в стационарном состоянии. Языковая часть ледника находилась в районе его границы 1991 года. По данным аэровизуальных наблюдений, проведённых в 2020 году, отмечены следы отступления ледника, язык ледника стал похоже и втянулся вглубь

ущелья, практически достигнув скального створа-выступа границы выхода языка ледника в долину реки Муксу. По расчётным данным, по сравнению с данными обследований проведённых в 1991г., на 2020 год (аэровизуальные наблюдения) ледник отступил на 400 м (см табл1). По состоянию 2021г. длина ледника составляет 13.6 км. Площадь ледника составляет  $16.8 \text{ км}^2$ . Объём ледника составляет  $1.8592 \text{ км}^3$ .

### 3. Ледник Хадырша

Долинный ледник Хадырша расположен на левом берегу реки Муксу и берёт своё начало из цирка, расположенного на северо-восточных склонах хребта Академии Наук. По данным «Каталога ледников СССР Т. 14 Вып 3 часть 8 Бассейн реки Муксу» длина ледника составляла 6.3 км. Общая площадь составляла  $5.3 \text{ км}^2$ .

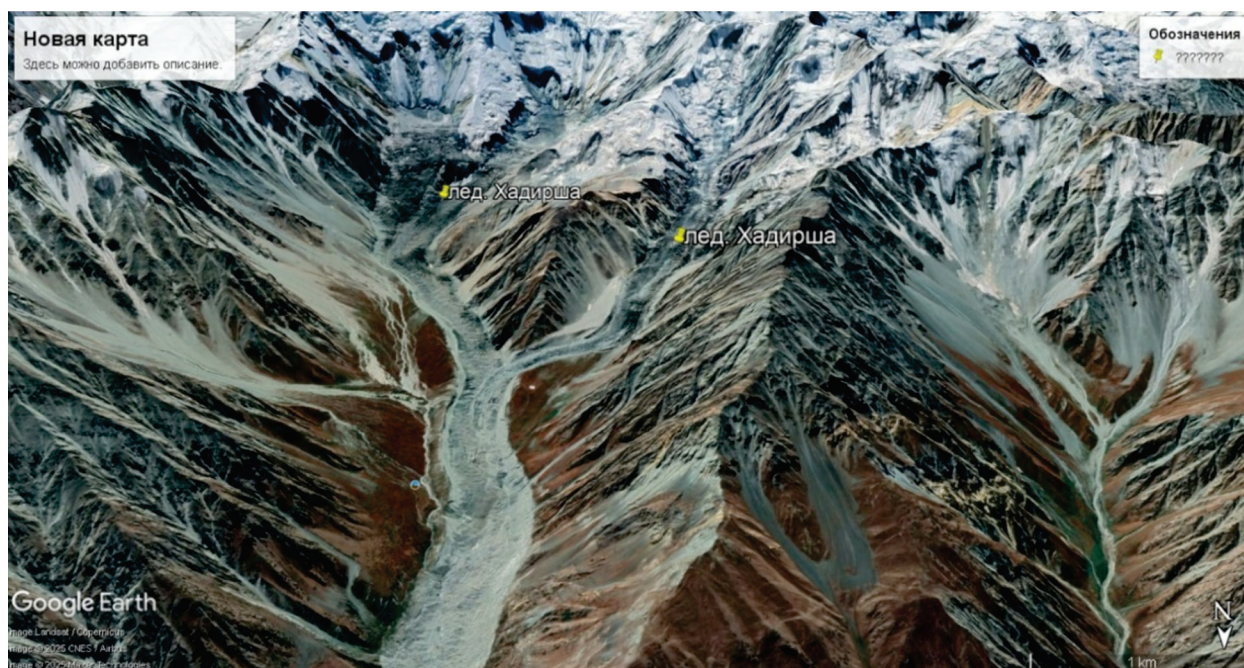


Рисунок 10. Географическое положение ледника Хадырша.

Объём ледника составлял  $0.0231 \text{ км}^3$ . Нижняя часть ледника располагалась на высоте 2600 м. Верхняя точка ледника расположена на высоте 5800 м. За период наблюдений 1977-1991 гг. ледник находился в стадии наступания. Скорость наступания его фронтальной части составляла 3-5 метров в год. При этом отмечалось повышение поверхности ледника

по всему телу, начиная от языка ледника до самых его верховьев. В нижней части ледника поднятие уровня поверхности составляло 1-2 метра в год. При этом отмечалось увеличение языка ледника. Он стал более крутым и на конечной части языка наблюдались многочисленные поперечные трещины. В верхней части ледника поднятие поверхности состав-

ляло 2-3 метра в год. По данным аэровизуальных наблюдений, проведённых в 2009 г. и в 2020 г. было отмечено отступление языковой части ледника. Отступление было обнаружено по ряду косвенных признаков: выполаживание его языковой части, следы моренных отложений в районе зоны отступления языка, понижение его поверхности относительно береговой морены, где располагаются репера поперечных створов. Понижение поверхности ледника особенно сильно заметно в его

конечной части. Расстояние отступления ледника от его последней границы 1991 года, по расчётным данным, составляет примерно 80-100 метров. На период 2020 г. длина ледника составляла 6.0 км. Площадь ледника составляла 5.3 км<sup>2</sup>. Объём ледника составляет 0.03294 км<sup>3</sup>.

#### 4. Ледник Шагазы

Сложный долинный ледник Шагазы, расположен в боковом ущелье хребта Академии Наук.



Рисунок 11. Географическое положение ледника Шагазы.

По данным [8], длина ледника составляла 7.9 км. Общая площадь составляла 6.2 км<sup>2</sup>. Объём ледника составлял 0.4168 км<sup>3</sup>. Нижняя точка языка ледника расположена на высоте 2980 м. Верхняя точка ледника расположена на высоте 4870 м. За период наблюдений 1977-1991 гг. ледник находился в стадии стационарного состояния. Только в отдельные годы отмечалось наступание его языковой части, и по результатам геодезических съёмок наступание ледника составляло 2-3 метра в год. Но по прошествии небольшого промежутка времени в 3-4 года, ледник начинал отступать примерно, в таком же режиме, что и в период активизации.

По данным аэровизуальных наблюдений, проведённых в 2009-2020 гг. отмечилось, что ледник находится в стадии отступления. Язык ледника втянулся в долину ущелья, стал положе. Отметились выположенные участки площадей конечной морены, оставленные ледником за период отступления [10]. По расчётным данным, величина отступления языковой части ледника составила 120-150 метров. При этом площадь стаявшего льда составила 5-6 тысяч квадратных метров. На период 2020 г. длина ледника составляла 7.6 км. Площадь оледенения составляла 5.8 км<sup>2</sup>. Объём ледника составлял 0.3771 км<sup>3</sup>.

## 5. Ледник Музгазы

Долинный ледник Музгазы располо-

жен на северных склонах отрогов хребта Академии Наук.



**Рисунок 12.** Географическое положение ледника Музгазы.

Длина ледника составляет 10.7 км. Общая площадь составляет 15.6 км. кв. Объём ледника равен 1.6636 км. куб. Низшая точка ледника располагается на высоте 3280 м. Высота его верхней границы расположена на высотах 5340 м. За период наблюдений 1974-1991 гг. ледник находился в стационарном состоянии. В отдельные годы экспедиционных наблюдений 1974, 1977, 1982, 1984, 1986 гг. ледник проявлял некоторую активность, которая выражалась в скорости увеличения наступания его языковой части на 2-3 метра в год. Затем наступание прекращалось и ледник находился в стадии стационарного состояния. Во время проведения аэровизуальных наблюдений 2009-2020 гг. отметилась

стадия устойчивого отступления ледника. По расчётным данным отступление ледника за период 1991-2020 годы (29 лет) составило 680 метров по всему фронту языка ледника. Изменилось местоположение его грота. Грот передвинулся на 20-30 метров ближе к левобережной части языка ледника. В районе пригровой части ледника и по всему фронту языка ледника отмечены площади конечной морены. Язык ледника стал более выположен и в районе обнажённого льда не отмечено ледовых трещин. По расчётным данным на 2020 г. длина ледника составляла 10.0 км. Его площадь составляла 14.9 км<sup>2</sup>. Объём ледника равнялся 1.4447 км<sup>3</sup>.

**Таблица 1.** Изменения длины и площади ледников бассейна реки Вахш

| Наименование ледников           | Длина (км) |      | Изменение | Площадь км² |       | Изменения |
|---------------------------------|------------|------|-----------|-------------|-------|-----------|
|                                 | 1978       | 2020 | +         | 1978        | 2020  | +         |
|                                 |            |      | -         |             |       | -         |
| Ледники бассейна реки Обихингоу |            |      |           |             |       |           |
| Гармо                           | 30,4       | 23,8 | -6,6      | 114,6       | 110,0 | -4,6      |

|                             |      |      |       |      |       |      |
|-----------------------------|------|------|-------|------|-------|------|
| Скогач                      | 12,0 | 11,5 | -0,5  | 12,6 | 0,9   | -2,7 |
| Мазарский                   | 16,8 | 15,5 | -1,3  | 23,0 | 21,5  | -1,5 |
| Ледники бассейна реки Срхоб |      |      |       |      |       |      |
| Кизылкул                    | 2,8  | 2,4  | -0,4  | 0,9  | 0,7   | -0,2 |
| Дидал                       | 4,8  | 3,9  | -0,9  | 1,6  | 1,3   | -0,3 |
| 507                         | 2,2  | 1,5  | -0,5  | 0,7  | 0,4   | -0,3 |
| 517                         | 2,9  | 2,65 | -0,25 | 0,8  | 0,6   | -0,2 |
| Ледники бассейна реки Муксу |      |      |       |      |       |      |
| Федченко                    | 77,0 | 74,5 | -2,5  | 156  | 152,3 | -3,7 |
| Мушкетова                   | 14,0 | 13,6 | -0,4  | 17,1 | 16,8  | -0,3 |
| Хадырша                     | 6,3  | 6,0  | -0,3  | 5,3  | 5,3   | 0    |
| Шогазы                      | 7,9  | 7,6  | -0,3  | 6,2  | 5,8   | -0,4 |
| Музгазы                     | 10,7 | 10,0 | -0,7  | 15,6 | 14,9  | -0,7 |

### Выводы

Анализ проведённых работ по состоянию репрезентативных, (контрольных) ледников Таджикистана с момента начала регулярных наблюдений 1956-1960 гг. по 2021 г. Показал, что практически все контрольные ледники, расположенные в бассейнах рек Таджикистана (основных узлах оледенения), находятся в стадии отступления. Происходят процессы сокращения площадей ледников, отступления их фронтальных частей (языков), понижения уровней их поверхностей и, естественно, уменьшение объёма ледовых масс. Отступление ледников, расположенных в различных бассейнах рек, неоднородно и отличается друг от друга. Объясняется этот процесс зависимостью от климатических характеристик местоположения бассейна рек, высотных зон расположения ледников, их экспозиций, количества выпадающих осадков в бассейнах рек, где расположены ледники и другими факторами.

В сокращении длины ледников, уменьшении их площадей и объёмов, большую роль играют так называемые «распилы» основного ствола ледника его боковыми притоками. В результате «распила» от основного ствола ледника, преимущественно в его конечной части, отчленяются значительные по площади и объёму участки так называемого «мёртвого

льда». Эти участки отчленившегося от основного тела ледника «мёртвого льда» ещё функционируют некоторое время. Продолжается поступление воды в реку, берущую своё начало из области своего питания. Но в зависимости от площади отчленившейся части ледника, его заморенности и величины объёма эти участки существуют, как правило, в течение 5-7 лет. В дальнейшем эти участки «мёртвого льда» стаивают, уменьшаются в объёме, их моренные плащи выколаживаются и на пойме реки, где залегал ледник, с течением времени начинает произрастать травянистая и древесно-кустарниковая растительность. В конечном итоге, образуется своеобразный ландшафт, ничем не напоминающий ландшафт, ледникового массива.

В зависимости от морфологического типа ледников характерны особенности скорости их отступления. Сокращение площадей каровых ледников по данным анализа, проведённого за контрольными ледниками, происходит гораздо медленнее, нежели долинных или других типов ледников. Поскольку каровые ледники расположены в котловинных областях горного рельефа и, зачастую, залегают в тени окружающих их скал, вершин или отрогов хребтов. Наиболее подвержены процессам отступления долинные ледники,

а также присклоновые ледники (или ви-сячие ледники). Последние, как правило, лишены обширных зон снеголавинного питания и подвержены ветровому сдвигу снежных масс со своих тел.

Как уже было отмечено, по данным аэровизуальных наблюдений, проведённых в 2016 г., на высотах 3500-3700 м в районе слияния ледника Бивачный и его сочленения с ледником Федченко отметилась активизация притоков этих ледников: Ошанина, Калинина и других. Наблюдалось повышение поверхностей их тел на 8-10 метров, образование зон разломов, трещин на телах этих ледников, которые не наблюдались во время экспедиционных работ, проводимых в 1989 г. Поверхность ледника Бивачного поднялась по сравнению с 1989 г. на 15 метров. Резко сократилась площадь моренных отложений в зоне сочленения ледника Бивачного с ледником Федченко.

Всё это говорит о активизации ледников, расположенных на высотах выше 4400-4700 м. В виду того, что за последние десятилетия отмечена тенденция к изменению климата как в глобальном масштабе, так и в масштабах территории Таджикистана, необходимо наладить получение достоверных данных о современном состоянии ледников Республики Таджикистан и определить тенденцию их развития, т.к. вода, поставляемая этими ледниками в речную сеть, имеет большое значение для производства электроэнергии.

### Литература

1. Восидов Ф.К., Курбонов Н.Б., Митусов А.В., Халимов А.М. Дистанционный мониторинг подвижка ледника Русского географического общества в условиях изменения климата // Материалы VIII Международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». - Красноярск, 2021. - С.155-161.
2. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Ледники // Книга. М.: Мысль, 1989. -240 с.
3. Канаев Л.А. Белые молнии гор. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. -160 с.
4. Каталог ледников СССР // Каталог. -Т. 14: Средняя Азия. - Вып. 3: Амударья. - Л.: Гидрометеиздат, 1978 г.
5. Комплексная гляциологическая экспедиция на леднике Федченко // Материалы экспедиции 1957 года, организованной Академией наук Узбекской ССР, посвященные изучению ледника Федченко - крупнейшего центра современного оледенения Памира.
6. Курбонов Н.Б. Климато-географический анализ влияния температурного режима на деградацию ледников бассейна реки Зерафшан // География и водные ресурсы, 2022. - №3. - С.15-25.
7. Курбонов Н.Б., Восидов Ф.К., Мирзохонова С.О., Халимов А.М. Процесс деградации ледников верховья бассейна реки зарафшан в условиях современного изменения климата // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук, 2019. - №2. - С.58-67
8. Курбонов Н.Б., Маджиди М., Пиров А.У., Хакбердиев Х.М., Боев Б.М. Репрезентативный анализ состояния ледников бассейна реки Вахш на период 1956-2021 гг. // Научный журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология», 2023. - Т.3. - №1. - С.56-63.
9. Курбонов Н.Б., Норматов П.И. Мониторинг метеорологических условий и их влияние на состояние ледников бассейна реки Зеравшан // Известия ВУЗов (Кыргызстан), 2015. - №4. - С.82-86.
10. Ледник Федченко // Книга. Т. 1. -Ташкент: Фан, 1962. -302 с.

## ҲОЛАТИ ПИРЯХҲОИ НАЗОРАТИИ ТОҶИКИСТОН ДАР ДАВРАИ СОЛҲОИ 1956-2021

**Расулзода Х.Х.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1,\*</sup>Муассисаи давлатии илмӣ «Маркази омӯзиши пирахҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон»

\*Муаллифи масъул. E-mail: hamidjon1966@mail.ru

**Шарҳи мухтасар.** Дар мақола натиҷаҳои мушоҳидаҳои дарозмуддати пирахҳои назоратӣ дар ҳавзаи дарёи Ваҳш пешниҳод шудаанд. Омезиши маълумоти мушоҳидавӣ бо усулҳои ҳисобӣ имконият медиҳад, ки ба вазъи кунунии пирахҳои Тоҷикистон ба таври объективӣ баҳо дода шавад. Ҳаҷми пирахҳо дар ташиқули захираҳои оби ҳавза нақши ҳалкунанда мебозад, ки барои фаъолияти устувори соҳаи гидроэнергетикаи кишвар аҳамияти махсус дорад. Манзараи бозғамии вазъи кунунии пирахҳои назоратӣ муайян карда шудааст. Дар асоси маълумоти дақиқ оид ба суръати миёнаи солони ақибнишинии пирахҳо дар як қатор ҳавзаҳои дарёҳо дар тӯли солҳои мушоҳидаи мунтазам ва бо дарназардошти мавқеи кунунии нӯги забонҳои пирахҳо, усулҳои ҳисобӣ на танҳо андозаи ақибнишинии онҳо, балки хусусиятҳои рафтори пирахҳоро дар марҳилаҳои фаъолияти онҳо низ муайян карданд.

**Калидвожаҳо:** пирахҳо, динамика, мушоҳидаҳо, репрезентативӣ, майдон, ҳаҷм, дарозӣ, баландӣ.

## STATE OF REPRESENTATIVE GLACIERS OF TAJIKISTAN FOR THE PERIOD 1956-2021

**Rasulzoda H.H.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1,\*</sup>“Center for Glacier Studies of the National Academy of Sciences of Tajikistan”

\*Corresponding author. E-mail: hamidjon1966@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of long-term observations of reference glaciers in the Vakhsh River basin. The integration of observational data with computational methods allows for an objective assessment of the current state of Tajikistan's glaciers. Glacier volume plays a crucial role in shaping the basin's water resources, which is particularly important for the stable operation of the country's hydropower sector. A reliable picture of the present condition of the reference glaciers has been established. Based on accurate data on the average annual rates of glacier retreat in several river basins collected over years of regular observations, and by accounting for the position of glacier tongues in recent years, computational methods have been used to determine not only the extent of glacier retreat but also their behavior during periods of increased activity.

**Key words:** glaciers, dynamics, observations, representativeness, area, volume, length, height.

**Маълумот дар бораи муаллиф:** Расулзода Х.Х. - номзоди илмҳои техникӣ, ходими пешбари илмӣи МДИ «Маркази омӯзиши пирахҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон» Тел.: +992985496666; Email: hamidjon1966@mail.ru

**Сведения об авторе:** Расулзода Х.Х. – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ГНУ «Центр изучения ледников национальная академия наук Таджикистана». Тел.: +992985496666; Email: hamidjon1966@mail.ru

**Information about the author:** Rasulzoda H.H. – Doctor of Philosophy, leading researcher of the State Scientific Institution “Center for Glacier Studies of the National Academy of Sciences of Tajikistan”, Phone: +992985496666; Email: hamidjon1966@mail.ru.