

**ИНЖЕНЕРНАЯ
АКАДЕМИЯ
РЕСПУБЛИКИ
ТАДЖИКИСТАН**



**ENGINEERING
ACADEMY OF THE
REPUBLIC OF
TAJIKISTAN**

**ЛЕДНИКИ ТАДЖИКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО
ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ**

Ф.Х. Каримов

**GLACIERS OF TAJIKISTAN IN THE CONDITIONS OF GLOBAL
WARMING AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS**

Karimov F.H.

18, 19.11. 2024

ПЛАН ДОКЛАДА

- 1. АКТУАЛЬНОСТЬ МОНИТОРИНГА И ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕДНИКОВ
ТАДЖИКИСТАНА**
- 2. ПРИЧИНЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА И ФАКТОРЫ
ДЕЙСТВИЯ НА ЛЕДНИКИ ТАДЖИКИСТАНА**
- 3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЛЕДНИКОВ ТАДЖИКИСТАНА**
- 4. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**
- 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЛЕДНИКОВ**
- 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

- Ледники занимают 6% территории Таджикистана и они важнейшие источники питания рек, составляющих более 50% водных ресурсов Центральной Азии.

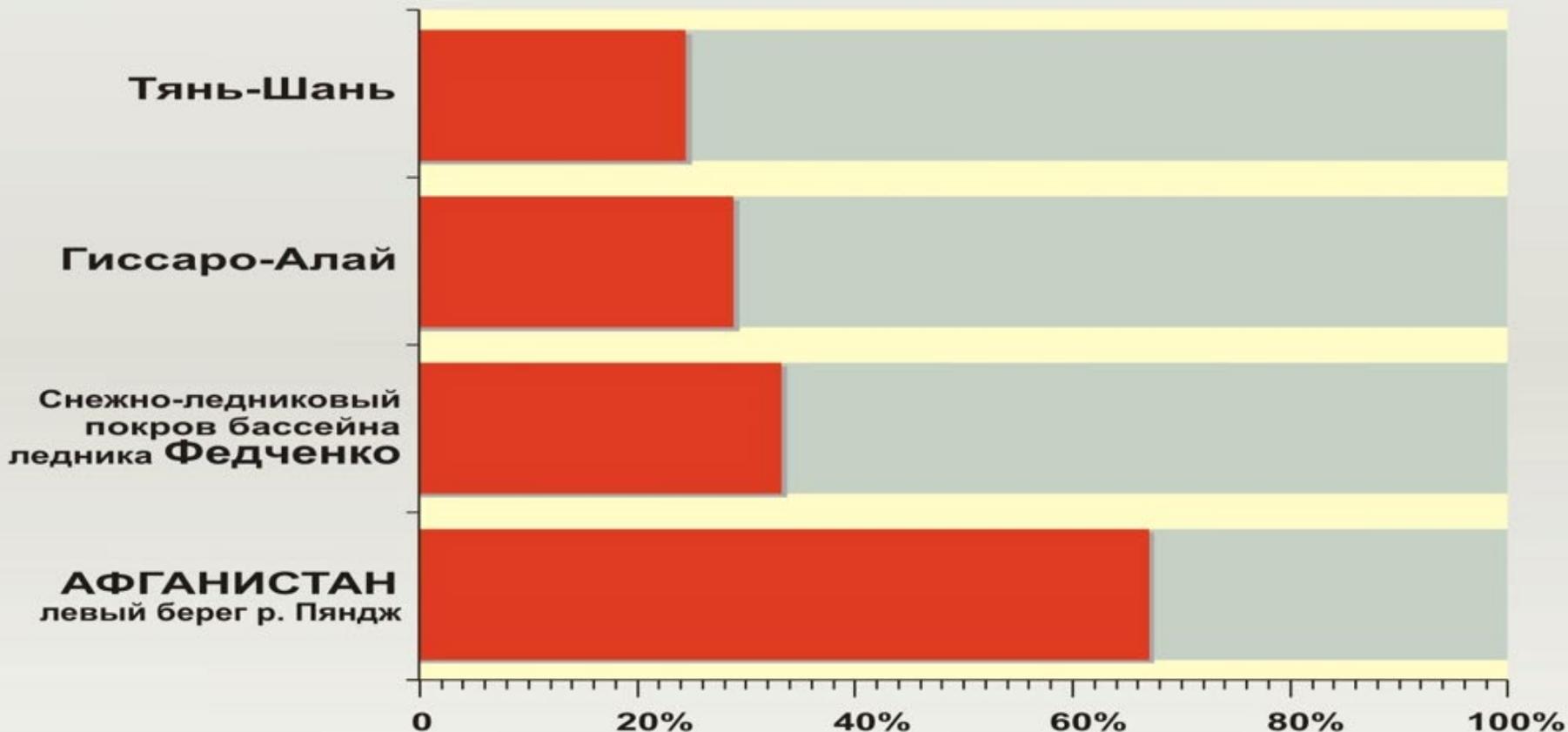


АКТУАЛЬНОСТЬ МОНИТОРИНГА И ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕДНИКОВ ТАДЖИКИСТАНА

- **Ледники играют жизненно важную роль в экологическом равновесии окружающей среды. Таяние ледников наблюдается сегодня в глобальных масштабах: в Арктике, Антарктике и Гренландии.**
- **Из-за глобального потепления климата - сокращение объёма ледников на территории Таджикистана в XX веке на 20 km^3 (из 600 km^3), около 30% сокращения площади за последние 50 лет, более нескольких сотен ледников исчезло.**
- **При данных темпах роста температуры прогнозируется острая нехватка водных ресурсов, высокий риск стихийных бедствий и экономического развития в Центральной Азии к 2050 году.**
- **Амударья и Сырдарья - основные водные артерии для Аральского моря и состояние ледников напрямую влияет на их водность и, следовательно, на будущее Аральского моря.**

Изменение площади ледников Центральной Азии за вторую половину 20 века

■ - растаявшая площадь в % от начальной



Составлено по данным: В. Диких, Ю. Пильгуй, А. Яблокова

По данным Всемирной метеорологической организации ООН, средняя температура на Земле в 2022 году была на $1,15^{\circ}\text{C}$ ($1,02 - 1,27^{\circ}\text{C}$) выше, чем среднегодовые показатели доиндустриального уровня 1850-1900 гг. [2], и, если не удержать рост, а по некоторым оценкам при нынешних темпах он может превысить 2°C , то экологические последствия будут катастрофическими.

Процессы обмеления Аральского моря были замечены ещё в начале 1950 гг. – данные приведены в фундаментальной монографии акад. Яншина А.Л. «Геология Северного Приаралья» [4,5].

Возник порочный круг положительной обратной связи: снижение притока воды в Аральское море за счёт техногенеза привело к локальному росту температуры здесь, что, в свою очередь усилило испарение питающих море рек и, тем самым, - дальнейшее снижение притока воды. И это происходит на фоне общего глобального потепления климата, в которое вносит вклад и локальное потепление климата в районе Аральского моря.

Район Аральского моря оказывается уязвим дважды: от локальных процессов усыхания моря и от глобального потепления климата. Ситуация усугубляется и тем, что ухудшается экологическая ситуация района – на сотни и тысячи километров разносятся пыль, химически вредные вещества [6], в частности, соли, вызывающие ускоренное таяние ледников Центральной Азии [7].

ПРИЧИНЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА [8]:

- Бурное экономическое и промышленное развитие стран, особенно крупных экономик, и его прямое и косвенное влияние на окружающую среду,
- Геологический цикл,
- Повышенная солнечная активность.

ФАКТОРЫ ДЕЙСТВИЯ НА ЛЕДНИКИ ТАДЖИКИСТАНА:

Общий рост глобальной температуры. Даже если бы не было Аральского моря, ледники продолжали бы таять из-за глобальных процессов потепления климата.

Рост температуры в районе Аральского моря и его обмеление. Даже если бы глобального роста температуры не было, то рост температуры в районе Аральского моря из-за уменьшения притока воды Амударьи и Сырдарьи и снижение интенсивности испарения воды с его поверхности, а также разносимые ветрами пылевые, песчаные и солоноватые частицы, приводили бы к ускоренному таянию ледников.

Кумулятивное действие глобального потепления климата, с одной стороны, и роста температуры в районе Аральского моря и его обмеление, с другой, ускоряет процесс таяния ледников Таджикистана.

ТЕХНОГЕНЕЗ

Геологические циклы с глобальными похолоданиями и потеплениями были и раньше в истории Земли (последнее глобальное похолодание было около 10 тысяч лет назад), солнечная активность также изменяется с периодами 11 лет, 22 года, сотни и тысячи лет. Они настолько масштабны и гигантски по энергии, и настолько медленно изменяются в течение геологических времён, что можно приспособиваться к ним.

Необычайно высокие темпы современного глобального потепления климата подтверждают чрезвычайную роль техногенного фактора.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЛЕДНИКОВ ТАДЖИКИСТАНА - ГОРНО-ДОЛИННЫЕ:

- *КАРОВЫЕ*
- *ПОСТОЯННО ДВИЖУЩИЕСЯ*
- *ПУЛЬСИРУЮЩИЕ*

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ:

Изучение динамики ледников и выявление особенностей их движения для мониторинга, прогнозирования изменений состояний, планирования, разработки и проведения мероприятий для снижения геоэкологического системного риска.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Моделирование динамики каровых ледников

Моделирование динамики постоянно движущихся ледников

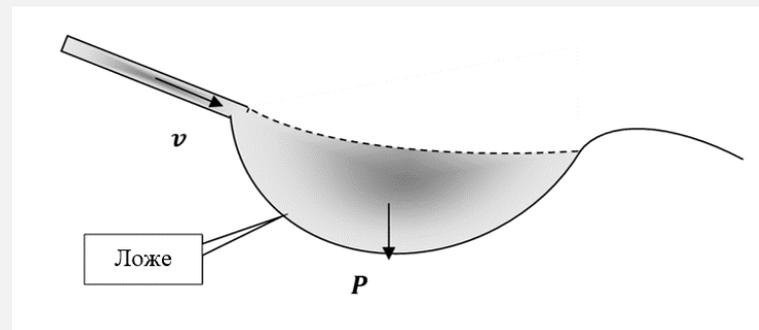
Моделирование динамики пульсирующих и прогноз пульсаций ледников

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ КАРОВЫХ ЛЕДНИКОВ

Схематическое изображение на рисунке 1.

Ледник расположен в ложе горного склона. На ледник действует сила тяжести P .

Снеговая масса поступает непосредственно из атмосферы. С некоторой скоростью v ледовая масса поступает из выше расположенной зоны питания. Ледник заперт в ложе и не способен к движению в целом.



При достаточно большой скорости питания происходит переполнение ложа и тогда за нижней частью карового ледника образуется висячий ледник. Пример такого висячего ледника – ледник Кашолаях, свисающий в долину ледника РГО на северо-западном Памире [1, 2, 4].

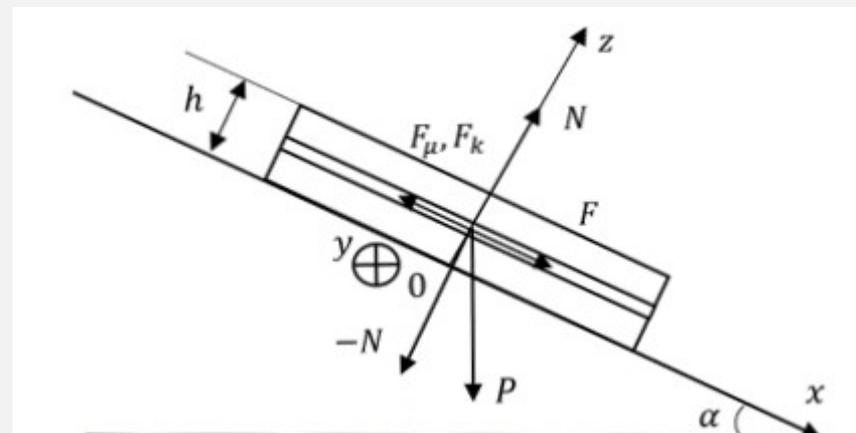
Для каровых ледников характерно разрастание в объёме при больших притоках снежно-ледовой массы, что происходит в зимние сезоны, или, наоборот, сокращение при малых притоках – в летние.

Движение ледников вниз по склону не характерно для каровых ледников.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОСТОЯННО ДВИЖУЩИХСЯ ЛЕДНИКОВ

Наблюдения показывают, что именно крупные ледники отличаются постоянным смещением вниз по горным склонам. Постоянное движение таких ледников обусловлено тем, что глубинные слои из-за большого давления верхних слоёв переходят в пластическое состояние [4, 6, 7]. Поэтому верхняя часть ледника в виде плиты может находиться в твёрдом упругом состоянии, а нижняя – в вязкопластичном. Боковые и конечные окраины ледника двигаются вниз глыбами.

Горно-долинный, дендритовый ледник, постоянно движущийся, крупнейший в СНГ ледник Федченко, Памир. Толщина – до 1 км, длина – около 77 км – «ледяная река»



МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПУЛЬСИРУЮЩИХ ЛЕДНИКОВ

Пульсирующих ледников на территории Таджикистана несколько десятков [4]. Самые крупные из них – Медвежий, РГО, Кашолаях и ряд других [8-10]. В регулярном режиме медленно движутся со скоростью порядка 1 м/сутки в период подвижек скорости могут достигать 100 м/сутки и более.



(Исчезающие ледники
Таджикистана.
Анора Саркорова)



Каримов Ф.Х. [10]

О МЕРОПРИЯТИЯХ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

1. Проблемы приведения района Аральского моря в экологически безопасное состояние настолько масштабны и гигантски по требуемой энергии, что только совместные действия государств, например, в снижении выбросов промышленности, парниковых газов, которые считаются основными источниками потепления климата, в приведении районов экологического бедствия могут быть эффективны в обеспечении устойчивого развития государств.
2. Переброска вод из соседних рек и/или озёр.
3. В последнее время в материалах некоторых научных конференций обсуждается роль подземных вод в поддержании равновесия поверхностных водоёмов (запас подземных вод огромен – [12]). На одной из конференций ООН, прошедшей в Таджикистане в 2014 г., говорилось о вкладе подземных вод в западный Арал – в среднем до 2 км³ в год. Однако запасы подземных вод относительно долго восстанавливаются [13]. По-видимому, если удастся каким-либо приемлемым образом усилить приток подземных вод в бассейн Арала, то это могло бы быть альтернативным или параллельным проектом, достойным внимания, но с учётом экологических последствий такого мероприятия.
4. Возможно, разведение зелёных насаждений также будет способствовать улучшению экологической обстановки в районе Аральского моря - в монографии акад. Яншина А.Л. (1953 г.) приведены данные некоторых исследований растений, которые могли бы сыграть такую роль.

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ В ПРОБЛЕМЕ ТАЯНИЯ ЛЕДНИКОВ И ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ИХ СОСТОЯНИЯ

- Как влияют пыльные и песчаные бури на темпы таяния ледников?
- Что будет с ледниками разного типа при росте глобальной температуры?
- Каков прогноз изменений состояния ледников Таджикистана?
- Скорость роста таяния резко увеличивается в последние десятилетия, что свидетельствует о сравнительно бóльшем вкладе техногенеза. Однако и глобальное потепление, и опустынивание в районе Аральского моря ускоряют таяние, усиливая вклад техногенеза. Какой фактор играет большую роль в ускоренном таянии ледников Таджикистана: общее глобальное потепление, локальное опустынивание в районе Аральского моря или техногенез? Как эти три фактора взаимодействуют друг с другом? Кумулятивные ли они?

ИНИЦИАТИВЫ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

В Республике Таджикистане осознают жизненную важность и комплексность проблем, вызванных глобальным потеплением климата.

Таджикистан активно ставит вопросы перед международным сообществом по противодействию глобальным климатическим изменениям – объявлены инициативы по международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития» (2018-2028 гг.), «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в науке и образовании» (2020-2040 гг.) и др.

Таджикистан – один из организаторов и учредителей фонда по спасению Аральского моря.

Генеральная Ассамблея ООН году на 77-й сессии в 2022 приняла резолюцию, выдвинутую Президентом Республики Таджикистан Эмомали Рахмоном, об объявлении 2025 года Международным годом сохранения ледников. Эту международную инициативу поддержали 153 государства-члена ООН. На основе этой резолюции день 21 марта был объявлен Международным Днём сохранения ледников, ратифицировано решение создать при ООН Международный целевой фонд по сохранению ледников. В 2025 году запланировано проведение Международного форума в городе Душанбе по сохранению ледников.

Мониторингу и исследованиям ледников посвящены работы Центра по изучению ледников, Института водных проблем и энергетики Национальной академии наук Таджикистана, Гидрометцентра РТ, Министерства охраны природы РТ, Комитета по ЧС и ГО при Правительстве РТ, Национального университета Таджикистана, Инженерной академии Таджикистана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пильгуй Ю.Н., Саидов М.С., Хамидов А.Ш., Шакирджанова Г.Н. Ледники Таджикистана в условиях изменение климата. Душанбе, 2008, 116 с.
2. Всемирная метеорологическая организация ООН (<https://news.rambler.ru/world/52312901>)
3. Яншин А.Л. Геология Северного Приаралья. Стратиграфия и история геологического развития. М.: «Московский рабочий», 1953, 736 с.
4. Карта пустынь Мира.
5. Аладин Н.В., Гонтарь В.И., Жакова Л.В., Плотников И.С., Смуров А.О. Каким может быть будущее Аральского моря. Труды восьмого Невского международного экологического конгресса «Экологическое просвещение – чистая страна». Круглый стол № 7 «Современные проблемы и возможное будущее Аральского моря», 25 мая 2017 г., Санкт-Петербург, РФ.
6. Rzymiski P., Klimaszuk P., Niedzielski P., Marszelewsky W., Borowiak D., Nowinski K., Beikenzheyeva A., Kurmanbayev R., Aladin N.V. Pollution with trace elements and rare-earth metals in the lower course of Syr Darya river and small Afar Sea, Kazakhstan. Ghemosphere, 234, 2019, pp. 81-88.
7. Розумбетов, К. У., Нажимов, И. И., Нисанова, С. Н., Матчанов, А. Т. Оценка состояния здоровья населения Приаралья // Scientific progress. Т. 2, № 3, 2021, С. 444—448.
8. Материалы 2-й международной конференции по проблемам Аральского моря, 15-18 октября 2019 г., Санкт-Петербург, РФ.
9. Абдусаматов, Рахмонзода [8].
10. Каримов Ф.Х. Анализ пульсаций ледника Медвежьего на Памире. Труды 7-ой Межд. конф. «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита». Отв. ред. С.С. Черноморец, К.Ху, К.С. Висхаджиева. М.: ООО «Геомаркетинг», 2024, 602 с., с. 238-251.
11. Каримов Ф.Х., Абдусаматов М.А., Саидмуродов Л.Х., Латифзода Р.Б. Инженерные решения в снижении геоэкологического риска пульсаций ледника Медвежий в Таджикистане. Сб. статей Международной научно-практической конференции Международной инженерной академии «Перспективные задачи инженерной науки», 17 мая 2023 года, М.: МИА, с. 59-65.
12. Таблицы физических величин. Справочник. Ред. акад. И.К. Кикоин. М.: «Атомиздат», 1976, 1008 с.
13. Каракин А.В. Модель движения флюидов в земной коре за геологические отрезки времени, Матем. моделирование, т. 2, № 3, 1990, с. 31-42.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

THANKS FOR THE ATTENTION

