

Supported by:

 Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection

 **IKI**  INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

 **ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВОДОЙ,
ЭНЕРГИЕЙ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ**
Системные решения для
климатически устойчивой Центральной Азии



НИЦ МКВК
Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной
водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

based on a decision of
the German Bundestag

ЛИНИЯ ТАЯНИЯ: ледники, климат и человек

Ташкент 2025

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Линия таяния: ледники, климат и человек

Ташкент 2025

НИЦ МКВК представляет вашему вниманию подборку статей, в том числе переводных, знакомящую с зарубежным и региональным опытом в области водной безопасности, управления водными ресурсами.

Подготовлено и издано при финансовой поддержке проекта «Региональные механизмы для низкоуглеродной и климатоустойчивой трансформации взаимосвязи энергии, воды и земли в Центральной Азии», реализуемого ОЭСР, НИЦ МКВК и ЕЭК ООН за счет средств Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, ядерной безопасности и защиты потребителей Германии (BMUV) в рамках Международной климатической инициативы (IKI)

Содержание

| | |
|---|-----------|
| Исчезающие ледники: научные открытия и инновационные решения | 5 |
| Ледники тают с беспрецедентной скоростью, ставя под угрозу глобальное биоразнообразие и устойчивость экосистем..... | 5 |
| Похолодание после потепления не вернет сток горных ледников | 8 |
| Рекордно низкий уровень снега за 23 года в регионе Гиндукуш-Гималаи усиливает риск дефицита водных ресурсов | 10 |
| Создана первая модель машинного обучения для расчета объема всех ледников Земли..... | 15 |
| Искусственные ледники помогают фермерам пережить водный кризис | 17 |
| В Пакистане «женят» ледники, чтобы спасти их от исчезновения | 20 |
| Негативные последствия таяния горных и континентальных ледников | 22 |
| Ученые: восстановление ледников займет столетия, даже если глобальное потепление будет остановлено..... | 24 |
| Спящие вулканы пробуждаются: таяние ледников грозит нам новыми катастрофами | 27 |
| Отслеживая лёд — отслеживаем изменения: спутники показывают, как тающие ледники изменяют ландшафты | 29 |
| В Патагонии стремительно тает один из последних «неотступающих» ледников | 32 |
| Тающие горы, засуха в будущем: Центральная Азия столкнулась с проблемой нехватки воды | 33 |
| Ученые прогнозируют глобальную эрозию ледников | 37 |
| Арктические ледники России теряют по 25 гигатонн льда в год | 38 |
| Усилия мирового сообщества по сохранению ледников..... | 39 |

| | |
|---|----|
| Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 14 декабря 2022 года 77/158. Международный год сохранения ледников, 2025 год | 39 |
| Душанбинская декларация по ледникам | 43 |

Исчезающие ледники: научные открытия и инновационные решения

Ледники тают с беспрецедентной скоростью, ставя под угрозу глобальное биоразнообразие и устойчивость экосистем¹

Отступление ледников — один из самых заметных и драматичных признаков глубокого воздействия изменения климата на экосистемы Земли.

Недавняя статья, опубликованная в журнале *Nature Reviews Biodiversity*, проливает дополнительный свет на то, как этот процесс вызывает необратимые изменения во льду, водной среде и на суше, а также на то, как утрата этих компонентов угрожает экологическому здоровью планеты.

В рамках обзора исследователи проанализировали более 160 научных публикаций, посвящённых различным аспектам отступления ледников. Целью работы было сформировать целостное представление о глобальном воздействии этого явления на биоразнообразие и функционирование экосистем. Учёные отмечают, что тысячи видов, адаптировавшихся к жизни в уникальных условиях, формирующихся в ледниковых экосистемах, находятся под угрозой исчезновения из-за стремительного таяния льда.

В подготовке статьи приняли участие учёные со всего мира, в том числе исследователи проекта «Обеспечение экологического будущего Антарктиды» (SAEF) из Университета Вуллонгонга (UOW), Британской антарктической службы, Кембриджского университета, Университета Отаго, а также специалисты из Университета Лозанны, Университета Миннесоты и Миланского университета.

Одна из соавторов статьи — заслуженный профессор Шарон Робинсон, лауреат премии ARC из Школы естественных наук Университета Новой Зеландии — отметила, что ледники содержат лед, возраст которого может достигать тысяч лет. По её словам, это представляет собой важный

¹ Источник: *Glaciers are melting faster than ever, threatening biodiversity and ecosystem stability worldwide* / <https://smartwatermagazine.com/news/university-wollongong-australia/glaciers-are-melting-faster-ever-threatening-biodiversity-and> Опубликовано 14.05.2025

источник информации о развитии истории и состояния Земли на протяжении времени.

Профессор Шарон Робинсон, заместитель директора по внедрению науки в проекте SAEF, подчеркнула, что ледники являются одним из самых ценных инструментов для понимания состояния планеты, особенно в условиях глобального потепления. Она отметила, что ледники и зависящие от них экосистемы служат средой обитания уникального биоразнообразия, охватывающего все царства живой природы. Однако, по словам профессора, по мере повышения глобальных температур ледники отступают, что ставит под угрозу существование редких видов, нарушает важные экологические функции и подрывает устойчивость экосистем.

Также она указала, что отступление ледников вызывает изменения в биоразнообразии и функционировании экосистем в самых разных средах — от поверхности самих ледников до недавно обнажившихся участков суши и прибрежных морских зон. Ледниковые экосистемы по всему миру, как отметила Робинсон, включают тысячи видов микроорганизмов, растений, беспозвоночных и позвоночных животных.

Из-за изменения климата ледники отступают быстрее, чем когда-либо ранее в истории наблюдений. Согласно прогнозам, к 2050 г. они утратят до одной трети своей общей массы.

Ледники формируются на суше и, медленно тая, подпитывают реки и ручьи. Однако при ускоренном таянии объёмы стока резко возрастают, что создаёт нагрузку на местные экосистемы, снижает водную безопасность для человека, животных и растений, а также способствует повышению уровня моря.

Кроме того, отступление ледников может повлиять на циркуляцию океанических течений, что, в свою очередь, может привести к разрушительным глобальным погодным аномалиям и серьёзным сбоям в рыболовной промышленности по всему миру.

Профессор Шарон Робинсон отметила, что на микроуровне исчезновение ледников вызывает целый каскад последствий для видов и питательных веществ, для которых эти экосистемы являются жизненно важной средой обитания.

Хотя освободившиеся от льда ландшафты поначалу создают условия для появления видов-пионеров — организмов, способных первыми колонизировать новые территории, — в долгосрочной перспективе это приводит к деградации уникальных экосистем и утрате биоразнообразия.

По словам профессора, уникальная экосистема, характерная для ледников, — сложная комбинация биоразнообразия и специализированных микроорганизмов, адаптированных к экстремальным условиям, — со вре-

менем уступает место более универсальным видам, способным выживать в разных средах, но не обладающим такой же экологической уникальностью.

Она также подчеркнула, что, учитывая, что около 75 % пресной воды Земли сосредоточено в ледниках, их быстрое отступление может привести к исчезновению или серьёзным нарушениям водных экосистем и видов, зависящих от них. Это, в частности, касается кормовых ресурсов, мест питания и размножения, а также может стать причиной локальных вымираний.

Будущее млекопитающих, использующих ледники в качестве убежищ или мест для гнездования, также остаётся неопределённым. Как отметила профессор Шарон Робинсон, важнейшие функции, которые выполняют ледники, могут быть нарушены, что повлечёт за собой долгосрочные последствия для хрупкой экосистемы нашей планеты.

Профессор Робинсон сказал, что обзор подчеркнул необходимость лучшего понимания эволюции экосистем и сложного взаимодействия видов после отступления ледников, что поможет предсказать последствия для биоразнообразия и разработать точные стратегии сохранения.

Профессор подчеркнула, что проведённый обзор выявил необходимость более глубокого понимания эволюции экосистем и сложного взаимодействия видов в условиях таяния ледников. Это знание, по её словам, критически важно для предсказания последствий для биоразнообразия и разработки эффективных стратегий охраны природы.

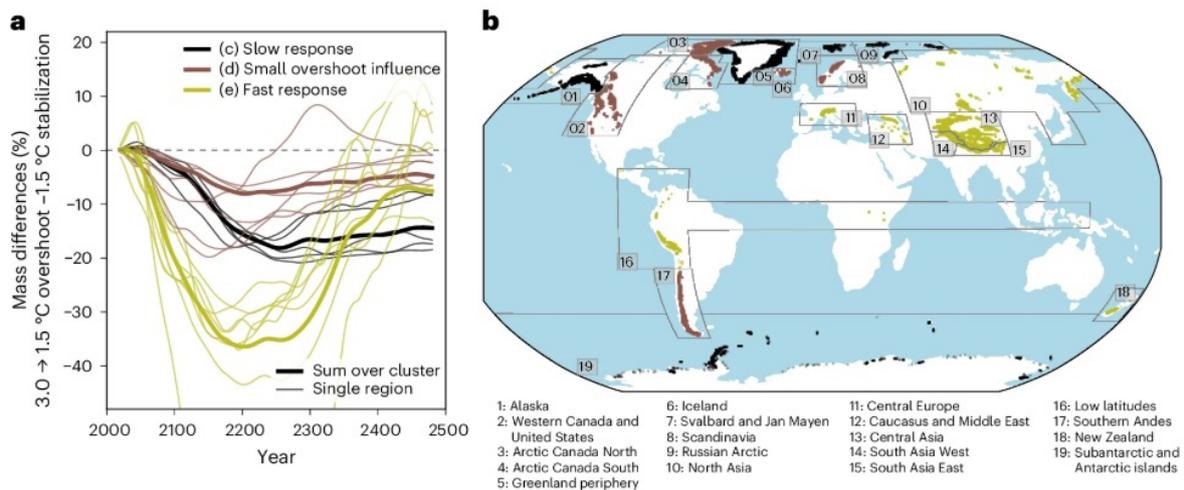
Она добавила, что понимание масштабов и последствий этих изменений необходимо для создания надёжных подходов и политик в сфере охраны окружающей среды, которые помогут смягчить разрушительное воздействие, наблюдаемое в ледниковых регионах.

Организация Объединённых Наций объявила 2025 г. Международным годом сохранения ледников, что дает возможность повысить осведомленность мирового сообщества о важнейшей роли ледников в климатической системе и гидрологическом цикле, а также об экономических, социальных и экологических последствиях этих надвигающихся изменений.

В 2025 г. ООН объявила Международный год сохранения ледников. Эта инициатива направлена на повышение осведомлённости международного сообщества о ключевой роли ледников в климатической системе, глобальном водообмене, а также об их экономических, социальных и экологических значениях в условиях стремительных изменений.

Похолодание после потепления не вернет сток горных ледников²

Если потепление климата остановится сейчас, то к 2500 году горные ледники мира все равно потеряют 30 % своей массы. Но потери вырастут еще на 11 %, если потепление достигнет отметки трех градусов, а затем вернется к прежнему уровню. Ученые объясняют это тем, что в появившихся благоприятных условиях для аккумуляции осадки над ледниками уйдут на формирование ледовой массы, а не на сток, и этот процесс растянется на десятилетия и века. Такие выводы содержит статья, опубликованная в журнале Nature Climate Change.



Сейчас средняя глобальная температура как минимум на градус выше, чем в доиндустриальную (до 1850 года) эпоху, хотя по некоторым оценкам уже пройден порог потепления на 1,5 градуса Цельсия, а для отдельных дней в последние годы была преодолена и отметка в два градуса. Потепление в ближайшие десятилетия однозначно будет продолжаться, но его темп будет зависеть от количества антропогенных выбросов парниковых газов.

² Источник: <https://nplus1.ru/news/2025/05/22/irreversible-glacier-change> Опубликовано 22.05.2025

Если быстро снизить выбросы, то после окончательного прохождения отметки 1,5 градуса потепление может стабилизироваться на этом уровне, если их снижение займет десятилетия, то потепление может достичь более высокого пика (два градуса и более), а затем климат начнет постепенно охлаждаться. Если же выбросы не будут существенно ограничены, то потепление будет продолжаться и может преодолеть отметку в три градуса уже к 2070 году. Хотя потепление и неизбежно, разные его сценарии будут неодинаково сказываться на окружающей среде, тем более что возврат средней глобальной температуры к значению +1,5 градуса еще не означает возврат всех средних региональных температур к этому же значению.

Ученые под руководством Лилиан Шустер из Инсбрукского университета проанализировали, как разные темпы потепления повлияют на горные ледники, которые восстанавливаются существенно медленнее, чем отступают под действием высоких температур. Авторы использовали модель ледников OGGM v1.6.1 и модель земной системы GFDL-ESM2M Earth System Model с компонентами атмосферы, океана, суши и морского льда, чтобы прогнозировать состояние ледников в период до 2500 года в зависимости от трех сценариев изменения климата.

Первый сценарий предполагал стабилизацию климата в текущем состоянии (на 1,2 градуса теплее доиндустриальной эпохи), второй — соблюдение Парижского соглашения, то есть стабилизацию потепления на отметке 1,5 градуса, а третий — стабилизацию после потепления на три градуса. При этом авторы рассматривали не только линейное повышение температуры, но и возможность возврата климата в более холодное состояние на отметку в 1,5 градуса после прохождения пика потепления на 3, 2,5 или 2 градуса.

Оказалось, что даже если потепление остановится прямо сейчас и зафиксируется на отметке +1,2 градуса относительно доиндустриальной эпохи, то к 2500 году горные ледники неизбежно потеряют 30 % своей массы относительно уровня 2020 года, что станет причиной дополнительного повышения уровня моря на девять сантиметров. Однако если средняя температура повысится на три градуса относительно доиндустриальной эпохи, а затем снизится до отметки +1,5 градуса, то к 2500 году горные ледники потеряют на 11 % больше массы, чем если бы потепление не вышло за пределы +1,5 градуса. До этого времени в какой-то момент разница в потерях льда будет достигать 16 %.

Авторы объяснили это так: после возврата к более низким температурам ледники начнут восстанавливаться, и выпадающие над ними осадки будут накапливаться в них в виде снега и льда и тратиться на формирование новой ледяной массы, а не уходить вниз по склонам в речной сток. Су-

дя по результатам прогностического моделирования, этот процесс будет занимать десятилетия, а в отдельных случаях (например, в чилийской долине Рапель) и целые века, и затронет половину ледниковых бассейнов мира. Ученые отметили, что обнаруженный ими феномен изолированной аккумуляции воды в ледниках после резкого потепления стал очередным свидетельством того, что для окружающей среды, сельского хозяйства и гидроэнергетики будет лучше как можно раньше ограничить антропогенные выбросы парниковых газов.

Потепление осложнит доступ людей к пресной воде не только за счет отступления горных ледников. Уже сейчас грунтовые воды в мире стали в среднем на 0,3 градуса теплее чем в доиндустриальную эпоху, а к концу XXI века они могут стать теплее на 2,1 градуса. Это означает, что почти 200 миллионов человек будут жить в зонах с непригодной для питья грунтовой водой.

Рекордно низкий уровень снега за 23 года в регионе Гиндукуш-Гималаи усиливает риск дефицита водных ресурсов³

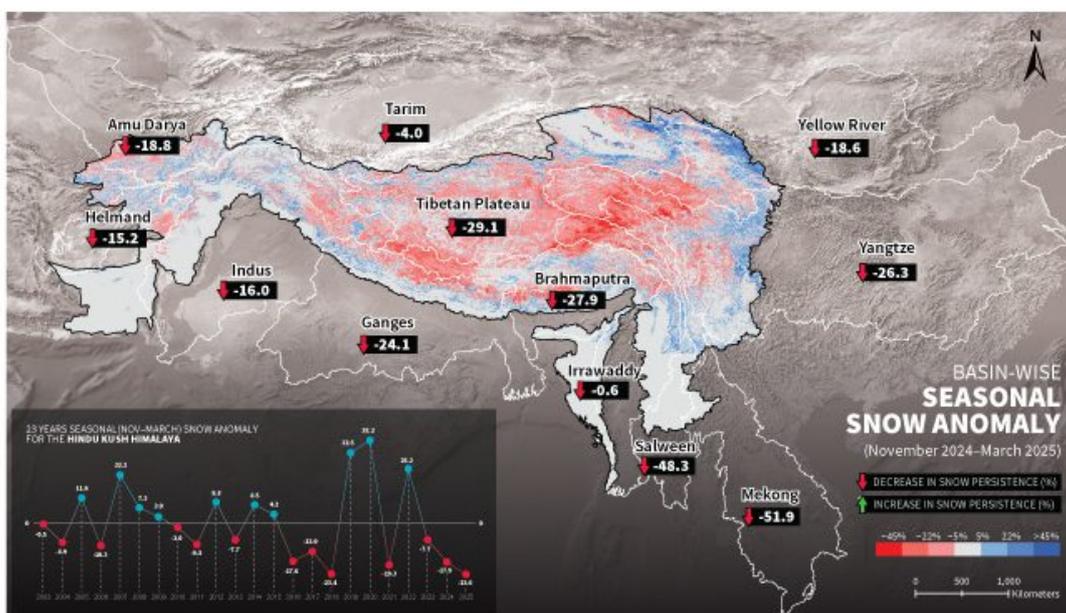
Согласно последнему отчету о снегопаде, в 2025 г. в регионе Гиндукуш-Гималаи (ГКГ) наблюдается третий подряд год с аномально низким уровнем снега. Устойчивость снега (доля времени, в течение которого снег остаётся на земле после снегопада) достигла рекордно низкого уровня за последние два года – всего 23,6%. Это тревожная новость для водной безопасности почти двух миллиардов человек, живущих в 12 крупных речных бассейнах, которые берут начало высоко в Гиндукуше и Гималаях.

Представляя отчет о снегопаде 2025 г., Пема Гьямцо, генеральный директор Международного центра комплексного развития горных районов (ICIMOD), подчеркнул необходимость проактивных политических действий для формирования долгосрочной устойчивости к усугубляющимся

³ Источник: Risk of water shortages builds-up as Hindu Kush Himalaya faces 23-year-record-low snow persistence in the third consecutive year of below-normal seasonal snow / <https://www.icimod.org/press-release/risk-of-water-shortages-builds-up-as-hindu-kush-himalaya-faces-23-year-record-low-snow-persistence-in-the-third-consecutive-year-of-below-normal-seasonal-snow/> Опубликовано 21.04.2025

снежным аномалиям: «Выбросы углерода уже привели к необратимому процессу повторяющихся снежных аномалий в Гиндукуше и Гималаях. Чтобы справиться с этим региональным снежным кризисом и его последствиями для долгосрочной продовольственной, водной и энергетической устойчивости, нам необходимо срочно принять смену парадигмы в сторону научно обоснованной, ориентированной на будущее политики и стимулировать возобновление регионального сотрудничества в области управления трансграничными водными ресурсами и сокращения выбросов углекислого газа».

FIGURE 1: SNOW COVER PERSISTENCE ANOMALY DURING NOVEMBER 2024–MARCH 2025 (COMPARED TO HISTORIC OBSERVATIONS DURING THE REFERENCE PERIOD 2003–2024)



Note: Map shows the spatial distribution of snow persistence anomaly, and the overlaid graph is the HKH-WIDE average seasonal (November–March) anomaly for the last twenty-three years.

В среднем сезонное таяние снега составляет около четверти общего годового стока рек региона, при этом эта доля постепенно увеличивается от рек на востоке к рекам на западе. Несмотря на различия в зависимости от сезонного таяния снега по бассейнам, продолжающийся дефицит талой воды в целом ведет к снижению стока рек и дефициту воды в начале лета, особенно для сообществ, расположенных ниже по течению. Эти сообщества уже страдают от преждевременных и усиливающихся периодов жары, охватывающих весь регион.

По словам Шера Мухаммада, специалиста по дистанционному зондированию в ICIMOD и ведущего эксперта отчета Snow Report 2025, они наблюдают дефицит воды, который происходит с устойчивой регулярностью, что является тревожной тенденцией. Он отметил, что, хотя их выво-

ды дают общую картину по всему региону, важно, чтобы каждое сообщество принимало меры, исходя из специфических условий своих речных бассейнов, особенно в тех районах, где сезонное таяние снега является основным источником воды.

Он также добавил, что, хотя уровень дефицита снежной устойчивости в западных речных бассейнах в этом году был меньше по сравнению с прошлым, это не дает передышки от существующего водного стресса в этих регионах. По его словам, сезонное таяние снега играет решающую роль в водоснабжении этих бассейнов. Таким образом, продолжение недостатка снегопадов и снижение скорости таяния только усугубят проблемы с водоснабжением.

С другой стороны, как отмечается в отчёте, восточные речные бассейны, которые в прошлом году демонстрировали почти нормальные показатели устойчивости снежного покрова, в этом году сталкиваются с дефицитом до 50% ниже нормы. Хотя вклад сезонного снега в общий объём талой воды здесь меньше, примерно 15% снижение устойчивости всё же может существенно повлиять на сообщества, расположенные ниже по течению, особенно в горных районах и на Тибетском плато, где годовые условия снегопадов, как правило, нестабильны.

В отчёте также подчёркивается наиболее резкое снижение устойчивости снежного покрова в бассейнах рек Меконг (на 51,9%) и Салуин (на 48,3%). Значительное снижение также зафиксировано на Тибетском нагорье (на 29,1%), в бассейнах рек Брахмапутра (на 27,9%), Янцзы (на 26,3%) и Ганг (на 24,1%).

Мониторинг 23-летнего временного ряда (с 2003 по 2025 гг.) устойчивости снежного покрова в масштабах речных бассейнов в течение снежного сезона (с ноября по март) показывает повторяющиеся сезонные дефициты, сопровождающиеся значительными годовыми колебаниями. В отчёте особо подчёркивается, что за последние пять лет наблюдалась следующая динамика:

- **Бассейн реки Хуанхэ:** после достижения максимума устойчивости снега в 2008 г. (+98,2%) показатели снизились до минимума в 2023 г. (-54,1%). В 2025 г. дефицит составил -18,6%, что, несмотря на частичное восстановление, продолжает оказывать давление на сельское хозяйство, гидроэнергетику и водоснабжение в регионе.
- **Бассейн Янцзы:** в 2025 г. снижение устойчивости снежного покрова составило 26,3% — это шестой самый низкий показатель за весь 23-летний период наблюдений. Постоянное сокращение снежного покрова ставит под угрозу стабильную работу гидроэнергетического комплекса, включая плотину «Три ущелья».

- **Бассейн Меконга:** в 2025 г. был зафиксирован рекордно низкий уровень устойчивости снега — минус 51,9%, тогда как в 2019 г. наблюдался пик на уровне +80,3%. Такие резкие колебания могут дестабилизировать водоснабжение, повлиять на производство электроэнергии и нарушить аграрные циклы.
- **Бассейн Салуин:** устойчивость снега колебалась от максимального значения +41,9% в 2020 г. до рекордно низкого уровня -48,3% в 2025 г., что указывает на высокую нестабильность снежного режима в этом бассейне.
- **Бассейн Брахмапутры:** после достижения пикового значения +27,7% в 2019 г. устойчивость снежного покрова стабильно снижалась, достигнув -27,9% в 2025 г. Такое продолжительное сокращение создаёт серьёзные риски для гидроэнергетики и сельского хозяйства, особенно в начале летнего сезона, и требует внедрения комплексных мер по управлению рисками, связанными с засухами.
- **Тибетское нагорье:** устойчивость снежного покрова на плато резко снизилась — с +92,4% в 2022 г. до -29,1% в 2025 г. Подобные экстремальные изменения подчёркивают особую уязвимость климатической системы Тибетского плато к колебаниям атмосферных и температурных условий.
- **Бассейн Тарима:** устойчивость снега достигла пикового значения +28,7% в 2006 г., но снизилась до -26,9% в 2024 г. В 2025 г. зафиксировано значение -4%. При этом в этом бассейне уже шесть лет подряд наблюдается уровень снегопадов ниже нормы, что вызывает долгосрочные опасения по поводу надёжности водоснабжения в будущем.
- **Бассейн Ганга:** здесь максимальный уровень устойчивости снежного покрова был зарегистрирован в 2015 г. (+30,2%), однако в 2025 г. показатель снизился до -24,1% — самого низкого уровня за весь 23-летний период наблюдений. Это, как подчёркивается в отчёте, может привести к значительному сокращению стока в начале летнего сезона.
- **Бассейн Инда:** после достижения максимального значения +19,5% в 2020 г., устойчивость снега резко упала до -24,5% в 2024 г. — самого низкого показателя за последние два года. В 2025 г. уровень составил -16%. Отчёт предупреждает, что такой устойчивый дефицит представляет серьёзную угрозу водоснабжению в начале лета для почти 300 млн человек, и подчёркивает необходимость срочного внедрения стратегий управления водными ресурсами.

- **Бассейн Гильменд:** после достижения рекордно низкого уровня -45,0% в 2018 г. и пикового значения +49,2% в 2020 г., в 2025 г. был зафиксирован умеренный дефицит — минус 15,2%. Тем не менее, подчёркивается, что сохраняющийся дефицит снежного покрова продолжает усугублять проблему дефицита воды в Афганистане, усиливая социально-экономическую уязвимость населения.
- **Бассейн Амударьи:** устойчивость снега достигла своего пика в 2008 г. (+40,4%), но затем упала до -31,9% в 2024 г. В 2025 г. показатель составил -18,8%, что стало четвёртым самым низким значением за весь 23-летний период наблюдений. По оценке экспертов, такой устойчивый дефицит сезонного снега ставит под угрозу водоснабжение нижних участков реки.

Эксперты доклада подчёркивают неотложную необходимость принятия целенаправленных мер на уровне отдельных речных бассейнов для внедрения адаптивного управления водными ресурсами. Это необходимо для смягчения последствий нарастающего дефицита воды, который угрожает сельскому хозяйству, гидроэнергетике и другим жизненно важным экосистемным услугам.

Среди приоритетных направлений действий, рекомендованных в отчёте, выделяются: инвестиции в адаптивную инфраструктуру, включая сезонные системы хранения воды; повышение эффективности использования талой воды; разработка национальных планов готовности и реагирования на снежные аномалии и засушливые условия; интеграция информации о снежных аномалиях в национальные водные стратегии, охватывающие гидроэнергетику, сельское хозяйство и смежные секторы; а также широкое распространение статистических данных о снежных изменениях для поддержки принятия решений, основанных на фактах, и укрепления межотраслевой координации.

Создана первая модель машинного обучения для расчета объема всех ледников Земли⁴

Группа исследователей, возглавляемая Никколо Маффеццоли (Niccolò Maffezzoli), стипендиатом программы «Мария Кюри» Венецианского университета Ка' Фоскари и Калифорнийского университета в Ирвайне, а также ассоциированным членом Института полярных наук Национального исследовательского совета Италии, разработала первую глобальную модель на основе искусственного интеллекта для расчета распределения толщины льда всех ледников на Земле. Модель была опубликована в журнале *Geoscientific Model Development* и, как ожидается, станет эталонным инструментом для исследователей, изучающих сценарии таяния ледников в будущем.

Точное определение объемов ледников необходимо для прогнозирования будущего повышения уровня моря, управления водными ресурсами и оценки последствий, связанных с отступлением ледников. Однако оценка их абсолютного объема по-прежнему представляет собой значительную научную проблему.

За прошедшие годы было собрано более 4 миллионов измерений толщины ледников *in situ*, во многом благодаря операции НАСА IceBridge. Несмотря на наличие такого обширного набора данных, современные подходы к моделированию пока не в полной мере используют его потенциал.

Применение искусственного интеллекта к данным о ледниках

Прямые измерения толщины ледников охватывают менее 1% ледников планеты, что подчеркивает необходимость разработки моделей, способных обеспечивать глобальные оценки толщины и объема льда. Это исследование является первым, в котором данные таких наблюдений используются в сочетании с мощностью алгоритмов машинного обучения.

Маффеццоли объяснил, что их модель сочетает два алгоритма дерева решений, обученных на измерениях толщины льда и 39 различных характеристиках, таких как скорость движения льда, баланс массы, температурные поля, а также геометрические и геодезические переменные. Он отметил, что обученная модель демонстрирует ошибки, которые на 30-40% ни-

⁴ Источник: First machine learning model developed to calculate the volume of all glaciers on Earth / <https://phys.org/news/2025-05-machine-volume-glaciers-earth.html> Опубликовано 15.05.2025

же, чем у существующих традиционных глобальных моделей, особенно в полярных широтах и на периферии ледяных покровов, где сосредоточена большая часть льда планеты.

Совершенствование карт и прогнозов повышения уровня моря

Точные оценки толщины льда в полярных регионах, а также на окраинах Гренландии и Антарктиды имеют особое значение. Эти данные служат исходными условиями для цифровых моделей, которые моделируют движение льда и его взаимодействие с океаном — ключевое взаимодействие для прогнозирования повышения уровня моря в условиях различных климатических сценариев.

Модель демонстрирует высокие обобщающие способности в этих регионах, и, как полагают исследователи, она может существенно помочь в уточнении существующих карт подледникового рельефа в таких специфических областях ледниковых щитов, как плато Гейки или Антарктический полуостров.

Эта работа является первым шагом на пути к получению обновленных оценок глобальных объемов ледников, которые будут полезны специалистам по моделированию, Межправительственной панели по изменениям климата (МГЭИК) и политикам. Маффеццоли сообщил, что «к концу 2025 года планируется выпустить два набора данных с полумиллионом карт толщины льда». Он добавил, что «впереди еще долгий путь, но эта работа показывает, что подходы искусственного интеллекта и машинного обучения открывают новые и захватывающие возможности для моделирования льда».

Значение ледников

В настоящее время ледники способствуют примерно 25-30% наблюдаемого глобального повышения уровня моря, и их таяние ускоряется. Это особенно важно для засушливых регионов, таких как Анды, а также крупные горные хребты Гималаи и Каракорум, где ледниковые верховья обеспечивают средства к существованию миллиардов людей.

Кроме того, понимание процессов таяния ледников необходимо для оценки стабильности полярных ледяных щитов в Гренландии и Антарктиде, где их взаимодействие с океаном оказывает влияние на динамику ледяных щитов.

Искусственные ледники помогают фермерам пережить водный кризис⁵

Родиелон Путол

В высокогорных долинах северного Пакистана, где круглый год возвышаются заснеженные вершины, местные общины сталкиваются с острым водным кризисом. Более тёплые зимы привели к уменьшению снежных осадков и нарушению традиционного весеннего таяния снега, которое обычно орошаем поля.

Однако вместо того, чтобы ждать помощи извне, местные фермеры обратились к неожиданному источнику возможных решений — YouTube.

YouTube вселяет надежду в кризис с водой

В долине Скарду в Гилгит-Балтистане фермеры, проживающие на высоте до 2600 м, столкнулись с трудностями в орошении своих яблоневых и абрикосовых садов. Они искали возможные решения, которые могли бы облегчить дефицит воды.

Гулам Хайдер Хашми рассказал, что они обнаружили метод искусственных ледников через YouTube. В видеороликах фигурировал Сонам Вангчук, инженер и активист-эколог из Ладакха (Индия), который почти десять лет назад представил уникальный метод хранения воды – ледяные ступы.

Эти конусообразные ледяные башни создаются во время морозной зимы путем распыления воды из деревенских ручьев в воздух. В противном случае эта вода, стекшая по горным склонам, была бы потрачена впустую и не могла бы быть использована для нужд сельского хозяйства.

Однако при распылении воды в условиях низких температур капли замерзают в воздухе и падают вниз, формируя высокие конусы, напоминающие буддийские ступы.

Профессор Университета Балтистана Закир Хуссейн Закир пояснил, что для создания ледяных башен необходимо перемещать воду таким об-

⁵ Источник: Rodielon Putol. Artificial glaciers are helping farmers survive a water crisis / <https://www.earth.com/news/artificial-glaciers-are-helping-farmers-survive-a-water-crisis/> Опубликовано .04.2025

разом, чтобы она замерзала в воздухе, когда температура опускается ниже нуля.

Регион, зависящий от таяния снега

На территории Гилгит-Балтистана расположено около 13 000 ледников — это крупнейшая концентрация ледников за пределами полярных регионов. Реки, питаемые талой водой снегов и ледников данного региона, играют ключевую роль в гидрологическом балансе Пакистана – страны, значительная часть которой находится в засушливых районах и более 75 % водных ресурсов страны формируется за счёт стока из высокогорных районов.

Однако с изменением климата эти хрупкие источники становятся все более ненадежными, что усугубляет национальный водный кризис.

Хотя захватывающие ледники и озера региона привлекают туристов, ученые подчеркивают, что для местных сообществ главным источником воды остается таяние снега, а не ледников.

Шер Мухаммад, исследователь из Международного центра комплексного развития горных районов (ICIMOD), отметил, что раньше с конца октября до начала апреля в регионе выпадали обильные снегопады, однако в последние годы здесь стало гораздо суше.

Искусственные ледники как спасательный круг

Первые ледяные ступы в Гилгит-Балтистане были построены в 2018 г. С тех пор эту технологию переняли более 20 деревень.

Рашид-уд-Дин, провинциальный руководитель проекта GLOF-2, совместной инициативы ООН и Пакистана, отметил, что более 16 000 жителей теперь имеют доступ к воде без необходимости строительства водохранилищ или резервуаров.

Он также пояснил, что теперь у фермеров нет дефицита воды в период посадки. Ледяные ступы начинают таять весной, как раз в тот момент, когда растениям требуется больше всего воды.

Али Казим, один из фермеров долины, добавил, что раньше им приходилось ждать таяния ледников до июня, чтобы получить воду, но теперь ступы спасают их поля.

Больше сельскохозяйственных культур, больше надежды

Для 26-летнего фермера Башира Ахмеда из соседней деревни Пари перемены оказались драматичными. Он рассказал, что раньше они сажали культуры только в мае. До появления искусственных ледников в деревне был всего один вегетационный период, но теперь посевные работы можно проводить два или три раза в год.

Это улучшение произошло в критический момент. В период с 1981 по 2005 гг. температура в Пакистане увеличивалась в два раза быстрее, чем в среднем по миру, что ускорило текущий водный кризис в стране. В Пакистане проживает 240 млн человек, и 80% земель страны являются засушливыми или полузасушливыми.

Хотя ледники в Каракоруме показали большую устойчивость, многие другие быстро тают, увеличивая риск наводнений и одновременно сокращая долгосрочное водоснабжение.

Для многих жителей этих горных общин переход от беспомощности к действию принес новое чувство цели. 24-летний Ясир Парви отметил, что, столкнувшись с изменением климата, нет ни богатых, ни бедных, ни городских, ни сельских — весь мир стал уязвимым. В их деревне, где были построены ледяные ступы, они решили рискнуть, и на данный момент этот шанс оправдывает себя — по одному ледяному конусу за раз.

Водный кризис далек от завершения

Хотя искусственные ледники стали мощным инструментом для этих общин, они не решают проблему углубляющегося водного кризиса в Пакистане.

По всей стране повышение температуры, сокращение снегопадов и изменение погодных условий продолжают истощать и без того ограниченные водные ресурсы. Миллионы людей по-прежнему зависят от источников воды, которые уязвимы к изменению климата.

Тем не менее, то, что происходит в Гилгит-Балтистане, служит обнадеживающим напоминанием о том, что даже в самых удаленных уголках мира обычные люди могут найти способы реагировать, адаптироваться и выживать.

Их усилия показывают, что небольшие инновации, когда они поддерживаются сообществом и вызваны необходимостью, могут иметь долгосрочные последствия в борьбе с глобальными проблемами.

В Пакистане «женят» ледники, чтобы спасти их от исчезновения⁶

Жители деревень у подножия горы К2 (Чогори) в Балтистане, что на севере Пакистана, где изменение климата привело к засухам, стали возрождать древний ритуал – «прививка» или «свадьба ледников», рассказывает Фергана.ru со ссылкой на газету Eldiario.es.

По местному поверью, если «поженить» два ледника, у них появятся «дети» — новые снежные покровы, которые остановят катастрофическое таяние. Женскими считаются белые и голубоватые ледники, мужскими — черные или коричневые обломки (цвет обусловлен содержащимися в них горными породами).

Ритуал существует в Гималаях уже много веков, балтистанцы называют его Ганг Кхсва, что означает что-то вроде «забота с глубокой любовью». Эта практика имеет духовное значение, поскольку считается священным союзом душ, заключение которого, как и свадьба, отмечается молитвами и песнопениями.

«Традиция насчитывает около семи столетий. Говорят, впервые ледник, это был Кондус, привил суфийский святой», — объясняет Закир Хуссейн, профессор Университета Балтистана (UOBS) и консультант проекта ООН. По другой легенде, местные жители «поженили» ледники для создания ледяной стены, чтобы остановить вторжение Чингисхана.

Для выполнения ритуала группа крепких молодых людей поднимается на высоту более 4000 метров, где температура воздуха составляет ниже 0°C, воздействие солнца минимально, почва покрыта камнями и галькой. Затем из двенадцати разных мест берут ледяные массы — женские (мо) и мужские (фо) – в равных частях. Ивовые корзины с собранными кусками льда переносят на спинах, не позволяя им коснуться земли.

Ледяные массы утрамбовывают в яму, которая представляет собой естественную пещеру или специально вырытую камеру, туда же складывают подношения и дары. Церемония похожа на свадебную. Эту часть ритуала проводят старейшины, которые считаются людьми более высокого духовного уровня, их и признают создателями будущего ледникового «ре-

⁶ Источник: <https://avesta.tj/2025/04/10/v-pakistane-zhenyat-ledniki-chtoby-spasti-ih-ot-ischeznoveniya/> Опубликовано 10.04.2025

бенка», от которого ожидают, что через десять с небольшим лет он вырастет и окрепнет достаточно, чтобы обеспечить водой местные общины.

Во время церемонии патриархи кладут на губы кубики льда, абрикосовые косточки, семена тыквы, пшеничную шелуху, воду и древесный уголь. Они поют народную песню в качестве колыбельной, читают Коран и приносят в жертву козу, что должно защитить ледники. В течение следующих пяти лет посещение этого места будет запрещено для всех.

Хотя в 1990-х годах ритуал считался бессмысленным, проведенное учеными в Балтистане исследование 17 мест, где прошла «свадьба ледников», показало, что по крайней мере половина из них продемонстрировала признаки роста. Ученые задокументировали положительные экологические и климатические эффекты, зафиксировали увеличение доступности воды и воссоздали весь процесс транспортировки льда и засева ледника, чтобы лучше понять эту технологию и повысить осведомленность общества о ее пользе.

«Видимо, эта смесь дает оптимальную комбинацию достаточного количества чистого льда, чтобы заморозить больше воды, с достаточным количеством обломочного материала, который действует как теплоизоляция, чтобы защитить ее [замороженную воду] от тепла солнца и теплого воздуха. И, возможно, именно такая комбинация позволяет этой массе льда накапливать больше снега, расти и образовывать ледник», — предполагает директор Ледовой лаборатории Баскского центра по изменению климата (BC3) Сержиу Энрике Фариа.

Результаты исследований вызвали интерес со стороны ООН и местных властей, и они решили помочь возродить традицию «ледниковых свадеб» для решения проблемы нехватки воды. Например, Фонд культуры и развития Балтистана (BCDF) провел такой ритуал совместно с общиной Регаюл в октябре 2023 года. Программа развития ООН запустила проект GLOF-II, который «помогает общинам сохранить эти традиционные практики» для получения доступа к воде и смягчения ущерба от наводнений, вызванных изменением климата. ПРООН также оказывает поддержку другим стратегиям сохранения водных ресурсов в уязвимых долинах на севере Пакистана, таким как «сбор лавин» (сбор рыхлого снега с помощью трюсов) и создание ледяных ступ (передача воды из долины в более холодные районы для хранения в виде больших ледяных конусов).

Негативные последствия таяния горных и континентальных ледников⁷

Д. Муродов

С 1980-х годов, когда климат начал неумолимо теплеть, этот процесс превратился в полномасштабную, прогрессирующую катастрофу, затрагивающую всю природную систему. По тревожным данным ООН и Greenpeace, средняя мировая температура поднялась на зловещий градус, что вкупе с другими экологическими факторами подстегнуло безудержное таяние горных и континентальных ледников.

Ледники — эти исполинские стражи вечности — образуются там, где снегопады преобладают над таянием, где холод побеждает тепло. В суровых условиях Антарктики и Арктики такие условия встречаются чаще, тогда как в тропических и умеренных широтах ледники формируются лишь в высокогорьях. Их рождение — не только чудо природы, но и источник живительной влаги. Именно они, когда небеса скупятся на осадки, питают реки, даруя им жизнь своим тающим сердцем.

Если взглянуть на мировую картину, окажется, что 37,6% пригодных для использования земель отведено под сельское хозяйство — это почти 1,5 миллиарда гектаров. Более 60% этих земель зависят от искусственного орошения речной водой, особенно в период с мая по ноябрь, когда реки питаются тающей водой горных ледников.

Исследования рисуют мрачную картину: ледники Антарктиды, Арктики и Гренландии стремительно сокращаются, словно под взглядом безжалостного времени. Это влечёт за собой повышение уровня моря, рождение свирепых штормов, захлёстывающих побережья, и затопление прибрежных территорий, наносящее сокрушительный удар по экономике.

Таджикистан — страна, хранящая в своих горах около 13 000 ледников — является жизненно важным источником пресной воды для всей Центральной Азии. Увы, глобальное потепление, словно злой рок, настигло и эти горные края, вызвав стремительное таяние ледяных гигантов, что чревато тяжёлыми последствиями для региона.

И хотя таяние горных ледников не является главным фактором повышения уровня моря, их роль в сельском хозяйстве и производстве жизненно важных ресурсов поистине незаменима. Поэтому исчезновение лед-

⁷ Источник: https://rtsu.tj/news/?ELEMENT_CODE=negativnye-posledstviya-tayaniya-gornykh-i-kontinentalnykh-lednikov Опубликовано 12.06.2025

ников с гор Таджикистана — это не просто локальная трагедия, а глобальная проблема, предотвращение которой — общий долг всего человечества.

Возьмём, к примеру, ледник Херсон, находящийся под постоянным наблюдением Института географии РАН и таджикских учёных. Данные мониторинга неумолимы: таяние ускоряется с каждым годом, и ледник неудержимо движется в сторону долины, к реке Абдукахор. Образовавшаяся высокая стена льда грозит оползнями, которые могут привести не только к экономическим потерям, но и к человеческим жертвам. К сожалению, подобная ситуация наблюдается на большинстве ледников в горах Таджикистана.

Роль человека в этом «ледниковом апокалипсисе» огромна — выбросы парниковых газов отравляют атмосферу и усиливают парниковый эффект. Однако существуют и естественные факторы, ускоряющие процесс таяния. Среди них — увеличение запылённости нижних слоёв атмосферы (особенно в районе высохшего Аральского моря) и безжалостное уничтожение лесов в республиках Средней Азии.

Пыль, покрывающая атмосферу, становится губительным экраном: она поглощает солнечное тепло и нагревает нижние слои воздуха, тем самым усиливая таяние ледников. Этот эффект, хотя и менее заметен на первый взгляд, играет важную роль в ускорении климатических изменений.

Поэтому сохранение ледников — это вопрос жизни и смерти. Таджикистан, проявляя инициативу в решении этой проблемы, подаёт пример всему миру.

Таяние ледников — это не только угроза для сельского хозяйства, но и серьёзный удар по гидроэнергетике. Во многих странах, особенно в горных регионах, именно ледниковые воды служат основным источником для выработки электроэнергии. Снижение ледникового стока неизбежно приведёт к уменьшению энергопроизводства, что повлечёт за собой экономические и социальные последствия.

Изменение климата, сопровождающееся таянием ледников, оказывает серьёзное влияние и на биоразнообразие. Ледниковые экосистемы уникальны — они служат домом для множества видов растений и животных, приспособленных к жизни в экстремальных условиях. Разрушение этих хрупких экосистем влечёт за собой утрату сред обитания, что напрямую угрожает существованию редких и исчезающих видов.

Более того, таяние ледников приводит к высвобождению накопленных в них загрязняющих веществ — таких как пестициды и промышленные отходы — что влечёт за собой загрязнение воды и почвы, нанося ущерб здоровью человека и экосистемам.

Решение проблемы требует комплексного подхода, включающего сокращение выбросов парниковых газов, восстановление лесов, снижение запылённости атмосферы и внедрение устойчивых методов ведения сельского хозяйства. Необходимы международное сотрудничество и скоординированные усилия, чтобы предотвратить дальнейшее ухудшение ситуации и сохранить ледники для будущих поколений.

В заключение, таяние горных и континентальных ледников — это сложная и многогранная проблема, требующая немедленных и решительных действий. Последствия этого процесса затрагивают все сферы жизни человека — от экономики и сельского хозяйства до экологии и общественного здоровья. Сохранение ледников — это не только наш долг перед будущими поколениями, но и ключевое условие устойчивого развития всего человечества.

Ученые: восстановление ледников займет столетия, даже если глобальное потепление будет остановлено⁸

Недавние исследования показывают, что горные ледники во многих регионах мира не смогут восстановиться в течение нескольких столетий, даже если человечество вмешается и сумеет охладить планету, вернув её температуру к пределу в 1,5°C или ниже.

Исследование, проведённое под руководством учёных из Бристольского университета (Великобритания) и Инсбрукского университета (Австрия), стало первым глобальным моделированием изменений ледников до 2500 г. в рамках так называемых сценариев «перерегулирования». Эти сценарии подразумевают временное превышение температурного порога в 1,5°C до уровня в 3°C с последующим возвратом к более низким температурам.

Результаты, опубликованные в журнале *Nature Climate Change*, указывают на то, что в случае такого сценария ледники могут потерять на

⁸ Источник: *Glaciers will take centuries to recover even if global warming is reversed, scientists warn* / <https://www.sciencedaily.com/releases/2025/05/250519131551.htm> Опубликовано 19.05.2025

16 % больше своей массы по сравнению с ситуацией, в которой температура планеты никогда не превысит порог в $1,5^{\circ}\text{C}$.

Доктор Фабьен Мосьон, доцент кафедры полярных изменений окружающей среды Бристольского университета и автор исследования, отметил, что нынешняя климатическая политика ставит Землю на путь, близкий к повышению температуры на 3°C . Он подчеркнул, что такой сценарий гораздо более неблагоприятен для ледников по сравнению с миром, где удалось бы придерживаться предела в $1,5^{\circ}\text{C}$.

По словам Мосьона, учёные хотели выяснить, смогут ли ледники восстановиться в случае повторного похолодания планеты. Он отметил, что многих волнует вопрос, смогут ли ледники восстановиться при жизни нынешнего поколения или их детей. Результаты исследования, к сожалению, свидетельствуют, что это маловероятно.

Рост глобальной температуры подтверждает значительную вероятность превышения целей Парижского соглашения, принятого десять лет назад. В частности, прошлый год стал самым тёплым за всю историю наблюдений и первым календарным годом, когда средняя температура Земли превысила отметку в $1,5^{\circ}\text{C}$.

Климатологи оценили будущую эволюцию ледников в рамках сценария сильного перерасхода, при котором глобальная температура продолжит расти и достигнет примерно $3,0^{\circ}\text{C}$ к 2150 г., а затем снизится до $1,5^{\circ}\text{C}$ и стабилизируется к 2300 г. Этот сценарий отражает отложенное достижение нулевого уровня чистых выбросов, при котором технологии отрицательных выбросов, такие как улавливание углерода, начнут применяться лишь после того, как температура превысит критический порог потепления.

Согласно результатам исследования, ледники окажутся в значительно худшем положении, чем в мире, где температура стабилизируется на уровне $1,5^{\circ}\text{C}$ без предварительного перегрева. К 2200 году прогнозируется потеря дополнительно 16% массы ледников, а к 2500 г. — ещё 11%, сверх уже ожидаемых 35%, которые могут растаять при условии поддержания температуры на уровне $1,5^{\circ}\text{C}$. Такая дополнительная талая вода в конечном итоге попадёт в океан, что усилит рост уровня моря.

В исследовании использовалась новаторская модель с открытым исходным кодом, разработанная в Бристольском университете совместно с партнёрскими учреждениями. Эта модель симулирует прошлые и будущие изменения всех ледников мира за исключением двух полярных ледяных щитов. Для анализа она была объединена с новыми глобальными климатическими прогнозами, подготовленными Бернским университетом (Швейцария).

Ведущий автор исследования, доктор Лилиан Шустер из Университета Инсбрука, отметила, что по результатам моделей для восстановления крупных полярных ледников после превышения температуры на 3°C потребуются столетия, если не тысячелетия. Что касается меньших ледников, таких как ледники Альп, Гималаев и тропических Анд, то их восстановление не произойдёт в ближайшие поколения, но возможно к 2500 г.

Талая вода ледников в горных регионах играет жизненно важную роль для населения, проживающего ниже по течению, особенно в засушливые сезоны. По мере того как ледники тают, они временно выделяют больше воды — явление, известное как «пик воды» на леднике.

Доктор Шустер добавила, что, если ледники снова начнут расти, они будут аккумулировать воду в виде льда, что приведёт к уменьшению объёма воды, поступающей вниз по течению. Это явление исследователи называют «водой из впадины» в отличие от «воды из пика». По её словам, примерно в половине изученных бассейнов после 2100 г. будет наблюдаться одна из форм «впадины». Хотя пока ещё рано делать выводы о силе влияния этого процесса, исследование стало первым шагом к пониманию многочисленных и сложных последствий климатических изменений для водных систем, питаемых ледниками, а также повышения уровня моря.

Исследование было проведено в рамках финансируемого Европейским Союзом проекта PROVIDE, который изучает влияние климатических изменений на ключевые секторы экономики по всему миру.

Доктор Мауссион отметил, что превышение температуры на $1,5^{\circ}\text{C}$, даже временное, приводит к многовековой потере ледников. Он подчеркнул, что значительная часть этого ущерба не может быть просто устранена, даже если температура впоследствии вернётся к более безопасному уровню. По его словам, чем дольше будут откладываться меры по сокращению выбросов, тем больше будущие поколения будут обременены необратимыми изменениями.

Спящие вулканы пробуждаются: таяние ледников грозит нам новыми катастрофами⁹

Таяние ледников может стать не только последствием, но и ускорителем климатической катастрофы. Новое исследование, представленное на конференции Goldschmidt 2025 в Праге, предупреждает: освобождённые от ледяного давления вулканы могут начать извергаться чаще и мощнее.

Сотни вулканов в Антарктиде, на Аляске, в Новой Зеландии и России скрыты под ледниками. Пока лед удерживает давление, вулканическая активность приглушена. Но с потеплением атмосферы эти «ледяные замки» тают — и геологи фиксируют нарастающее движение магмы.

«Ледники, как правило, подавляют активность вулканов, расположенных под ними. Но по мере того, как ледники отступают из-за изменения климата, наши исследования показывают, что эти вулканы начинают извергаться чаще и более мощно», — заявил аспирант Пабло Морено Йегер из Висконсинского университета.

Пример из прошлого

Учёные проанализировали вулканическую активность в южной части Чили — шесть вулканов, включая ныне спящий Мочо-Чошуэнко. Они использовали метод аргонового датирования и минералогический анализ выбросов.

Результат: во время последнего ледникового периода (26 000-18 000 лет назад) лед подавлял извержения. Но когда Патагонский ледяной щит растаял, давление в подземном магматическом резервуаре выросло — и начались извержения.

Похожий сценарий уже наблюдали в Исландии. После таяния ледников 10 000 лет назад частота извержений там увеличилась в 30-50 раз.

⁹ Источник: <https://www.pravda.ru/news/science/2244230-glacial-melting-volcano-eruption/> Опубликовано 8.07.2025

Механика разрушения

Когда масса льда давит на земную кору, она буквально «запирает» вулканы. С исчезновением этой нагрузки магма и газы начинают расширяться, давление возрастает, и происходит извержение.

Особенно уязвимы районы с толстыми ледниковыми щитами и активной геологией — как Антарктида.

«Ключевым условием для повышения взрывоопасности является наличие очень толстого ледникового покрова над магматическим очагом, а спусковым крючком становится момент, когда эти ледники начинают отступать», — отметил Морено Йегер.

Последствия: больше газа — больше жары

Хотя в краткосрочной перспективе вулканы могут вызвать охлаждение (из-за сульфатных аэрозолей, отражающих солнечный свет), долгосрочный эффект может быть обратным.

При множественных извержениях в атмосферу попадает огромное количество парниковых газов, и это может ускорить глобальное потепление.

«Таяние ледников провоцирует извержения, а извержения, в свою очередь, могут способствовать дальнейшему потеплению и таянию», — добавил Морено Йегер.

Это замкнутый круг, где природа сама подливает масла в огонь планетарных процессов.

Отслеживая лёд — отслеживаем изменения: спутники показывают, как тающие ледники изменяют ландшафты¹⁰

В Европе и по всему миру таяние ледников приводит к значительным изменениям ландшафтов и климатических систем. Исследователи Элзе Буславичюте и доктор Лауринас Юкна из Института геонаук факультета химии и геонаук Вильнюсского университета рассказывают, как с помощью спутниковых данных они отслеживают движение ледников, оценивают их реакцию на изменение климата и моделируют эти процессы с использованием технологий дистанционного зондирования из космоса.

Ледники часто называют индикаторами общего состояния Земли, поскольку они наглядно отражают степень воздействия человеческой деятельности на нашу планету и её ответ на антропогенные изменения. При упоминании ледников многие представляют их как статичные массивы льда — огромные неподвижные глыбы без признаков жизни.

Однако это далеко от истины. На самом деле ледники больше похожи на живые организмы: они постоянно движутся, меняются и эволюционируют. Это динамичные и нестабильные, но при этом очень чувствительные геосистемы.

О чем говорит движение ледников?

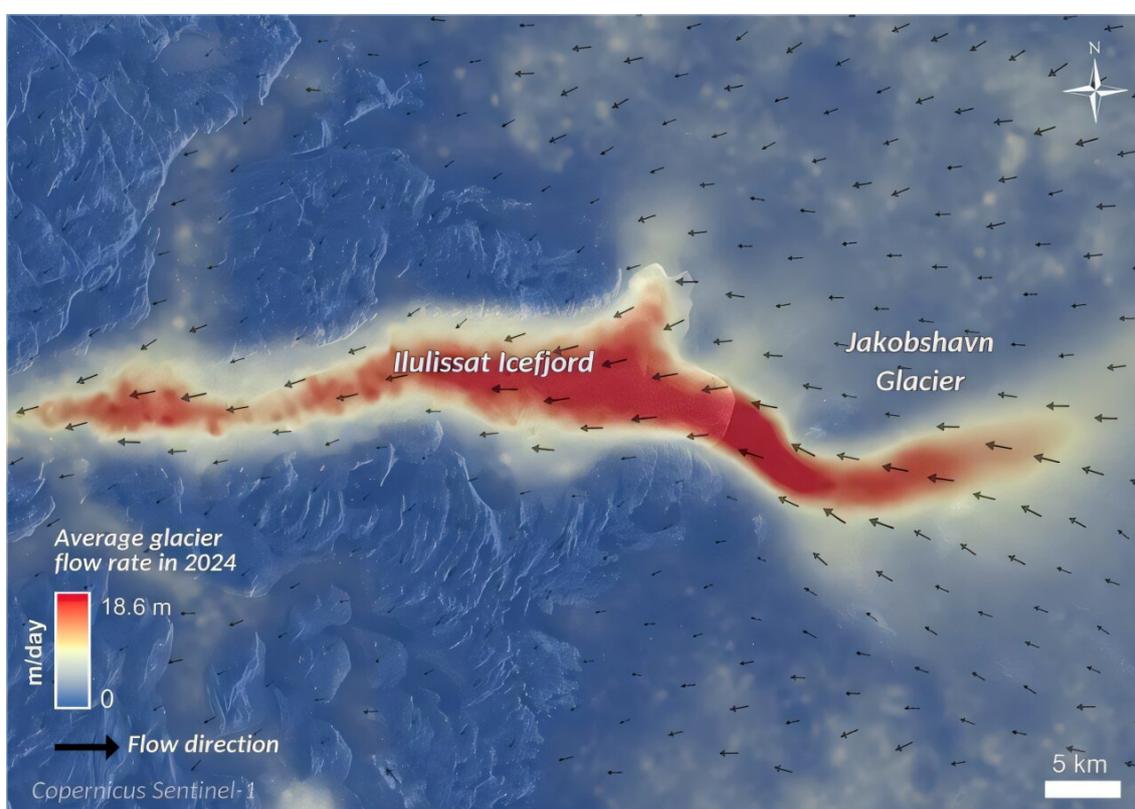
Сегодня на Земле насчитывается около 200 000 ледников. Большинство из них — это относительно небольшие горные ледники, называемые ледяными шапками. Однако в Гренландии и Антарктиде до сих пор сохраняются два крупнейших континентальных ледяных щита, охватывающие территории площадью около 1,7 млн км² в Гренландии и 14 млн км² в Антарктиде. Вместе они содержат около 99 % всего земного льда и 68 % пресной воды на планете.

Уже давно наблюдается, что из-за усиливающегося изменения климата горные ледники и ледяные щиты повсеместно тают и отступают. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), в период с

¹⁰ Источник: Tracking ice, tracking change: Satellite data reveal how melting glaciers reshape landscapes / <https://phys.org/news/2025-07-tracking-ice-satellite-reveal-glaciers.html> Опубликовано 8.07.2025

2000 по 2023 гг. ледники ежегодно теряли в среднем около 273 млрд тонн льда, что соответствует примерно 0,75 мм ежегодного повышения уровня мирового океана. По прогнозам, в 2024 г. ледники по всему миру потеряют ещё больше — около 450 млрд тонн льда.

По мере таяния меняется и «поведение» ледников: их масса убывает, и баланс становится отрицательным — потери льда (в зоне абляции, где лед тает) превышают его накопление (в зоне аккумуляции, где выпадает снег). Баланс массы ледника тесно связан со скоростью его движения: он отражает разницу между поступлением снега и таянием льда, и любые изменения в этом балансе указывают на то, как климатические условия влияют на динамику ледников.



Среднесуточная скорость течения ледника Якобсхавн в 2024 году

Спутники помогают отслеживать движение ледников из космоса

Гренландия знаменита своим массивным ледяным щитом — вторым по величине в мире. В некоторых местах его толщина превышает 3 км, а по краям он питает до 22 000 отдельных ледников. Один из самых известных среди них — ледник Якобсхавн, который охватывает около 6,5 % площади

Гренландского ледникового щита и отвечает примерно за 10 % всех айсбергов, откалывающихся и дрейфующих у побережья Гренландии. Ежегодно около 35 млрд тонн льда сходят с этого ледника и стекают через одноимённый фьорд.

Ледник Якобсхавн берёт начало в центральной части ледяного щита и протекает до ледникового фьорда Илулиссат, расположенного рядом с одноимённым городом — Илулиссат (ранее известным как Якобсхавн), третьим по численности населения в Гренландии. В 2004 г. фьорд Илулиссат был внесён в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО за своё исключительное природное значение и вклад в понимание процессов ледниковой динамики.



Ледник Якобсхавн и ледяной фьорд Илулиссат в Западной Гренландии

Ледник Якобсхавн считается одним из самых быстро движущихся ледников в мире — его скорость может достигать до 40 м в сутки. Однако в последние годы учёные фиксируют заметное замедление его движения. Эти изменения чётко видны на карте скоростей ледника, составленной по спутниковым данным: она отображает как направление, так и скорость его течения. Такие спутниковые наблюдения позволяют точно отслеживать

динамику ледника во времени и дают ценную информацию о реакции ледяных масс на изменение климатических условий.

Используя метод отслеживания смещения — сопоставляя интенсивность спутниковых изображений, сделанных в разные даты, и измеряя смещение отдельных пикселей — учёные могут точно рассчитать, насколько сдвинулся ледник за определённый период, будь то день, месяц или год. Согласно данным спутника Sentinel-1 Европейского космического агентства (ЕКА), в 2024 г., средняя скорость движения в различных частях ледника Якобсхавн составляла около 18,6 м в день, что заметно ниже по сравнению с предыдущими десятилетиями. Наибольшую скорость ледник сохраняет в районе, где он соприкасается с ледниковым фьордом Илулисат. Эта зона, обозначенная на спутниковой карте тёмно-красным цветом, представляет собой центральную часть ледника и находится в области контакта суши и моря.

В Патагонии стремительно тает один из последних «неотступающих» ледников¹¹

Один из самых устойчивых ледников планеты — Перито-Морено, расположенный в аргентинской провинции Санта-Крус — может оказаться в фазе необратимого отступления. Об этом сообщает The Guardian со ссылкой на мнение ученых.

Перито-Морено долгое время считался исключением в глобальном тренде таяния ледников. В отличие от большинства ледяных масс, он десятилетиями сохранял баланс между накоплением снега и таянием, оставаясь стабильным. Более того, с конца XIX века он даже продвигался вперед — вплоть до 2018 года. Но теперь ситуация изменилась.

За последние семь лет площадь ледника сократилась примерно на 1,92 квадратных километра, а его толщина уменьшается в среднем на 8 метров в год. Исследователи отмечают, что особенно активно он тает в северной части.

¹¹ Источник: <https://www.gismeteo.ru/news/nature/v-patagonii-stremitelno-taet-odin-iz-poslednih-neotstupajushih-lednikov/> Опубликовано 16.07.2025

Поворотным моментом стал 2022 год: впервые за всю историю наблюдений ледник не вернулся в прежнее положение после летнего сезона. С тех пор отступление продолжается, и признаки восстановления пока отсутствуют.

Ученые предупреждают, что нынешние размеры Перито-Морено не соответствуют современному климату. Он слишком велик, чтобы поддерживать равновесие в условиях повышения температуры. Льдонакопление уже не компенсирует ежегодные потери.

Отделение массивных глыб льда, обрушивающихся в озеро Лаго-Архентино, долгое время считалось одним из природных чудес Южной Патагонии и привлекало миллионы туристов. Теперь же эти зрелищные обрушения могут стать предвестниками необратимых изменений.

Тающие горы, засуха в будущем: Центральная Азия столкнулась с проблемой нехватки воды¹²

Стивен Блэнд

Страны Центральной Азии мобилизуются для борьбы с надвигающимся водным кризисом, поскольку в докладе ООН подчеркивается уязвимость горных водных систем к изменению климата. В Докладе ООН о развитии водных ресурсов мира за 2025 год «Горы и ледники: Водонапорные башни», где упоминаются такие горные хребты, как Тянь-Шань и Памир, предупреждается, что быстрое таяние ледников и нерегулярные снегопады угрожают жизненно важным запасам пресной воды во всем мире. Согласно докладу, горы обеспечивают до 60% годового мирового стока пресной воды, при этом более двух миллиардов человек напрямую зависят от воды из горных источников.

Этот риск особенно остро стоит в Центральной Азии: в прогнозе ООН по засухе отмечается, что повышение температуры и сокращение снежного покрова в высокогорных районах Таджикистана и Кыргызстана

¹² Источник: Stephen Bland. Melting Mountains, Drying Futures: Central Asia Confronts Water Emergency / <https://timesca.com/melting-mountains-drying-futures-central-asia-confronts-water-emergency/> Опубликовано 15.07.2025

ускоряют отступление ледников, создавая « долгосрочную угрозу водной безопасности региона ». Половина сельских горных общин в развивающихся странах уже сталкиваются с нехваткой продовольствия, а отступление ледников может повлиять на две трети всего орошаемого сельского хозяйства в мире — ужасный сценарий для экономик Центральной Азии, зависящих от орошения.

Реки Амударья и Сырдарья питаются ледниковым стоком и обеспечивают нужды сельского хозяйства, гидроэнергетики и коммунального обслуживания в Узбекистане, Казахстане и Туркменистане, расположенных ниже по течению. Однако отступление ледников, вызванное изменением климата, неэффективное орошение и устаревание инфраструктуры уже привели регион к критической точке.

Казахстан набирает обороты

Возглавляя региональные усилия, Казахстан начал масштабные реформы по модернизации своей водохозяйственной инфраструктуры и системы управления. Страна взяла на себя обязательство построить 42 новых водохранилища, отремонтировать 14 000 километров оросительных каналов и вложить значительные средства в цифровой мониторинг и охрану водных ресурсов.

Министерство водных ресурсов и мелиорации, созданное в сентябре 2023 года, координирует реформу в соответствии с обновленным Водным кодексом. Правительство также запустило интегрированный водный портал hydro.gov.kz и обязалось оцифровать более 3500 километров каналов для точного отслеживания стока. В своем выступлении на Астанинском международном форуме заместитель премьер-министра Канат Бозумбаев назвал воду «мощным фактором сотрудничества, устойчивого развития и региональной стабильности», призвав к более тесной региональной координации.

Казахстан также возглавляет усилия по восстановлению окружающей среды. Будучи действующим председателем Международного фонда спасения Арала (МФСА), он курирует проекты по восстановлению Северного Аральского моря, включая повышение Кокаральской плотины для восстановления уровня воды и рыболовства. Только в 2024 году местные ирригационные реформы в Кызылорде позволили сэкономить 200 миллионов кубометров воды, которая была перенаправлена в высыхающее море.

Международная поддержка и финансирование

Стратегия Казахстана получила поддержку множества международных партнёров. Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) профинансировал проекты водоснабжения и водоотведения в Казахстане на сумму более 255 млн евро, включая суверенный заём в размере 96,4 млн евро на строительство новой очистной станции в Актобе. Тем временем Евразийский банк развития (ЕАБР) и ПРООН запустили региональное партнёрство для расширения доступа к современным системам орошения, оцифровки водных потоков и создания учебных центров.

«Мы должны действовать очень быстро и сообща», — заявил председатель ЕАБР Николай Подгузов. «У нас всего пять лет, чтобы подготовить регион и избежать острого дефицита воды».

Региональный ландшафт: смешанный прогресс

В других странах Центральной Азии прогресс неравномерен. Узбекистан взял на себя обязательство внедрять климатически оптимизированное управление водными ресурсами, выделив 125 миллионов долларов США на цифровизацию каналов и внедрение систем учета воды, поддерживаемых Азиатским банком развития. Учитывая, что около 88% оросительных каналов теряют воду из-за утечек, страна сталкивается с серьезными проблемами. Однако историческое соглашение с Казахстаном и Кыргызстаном о совместной разработке проекта гидроэлектростанции «Камбарата-1» на реке Нарын знаменует собой новую эру сотрудничества в области общих водных ресурсов.

Кыргызстан и Таджикистан обладают значительной частью ледниковых запасов региона, но страдают от устаревших ирригационных сетей и нестабильного стока рек из-за нестабильных погодных условий. Таджикистан взял на себя обязательство по созданию небольших водохранилищ, капельному орошению и мониторингу водопользования на основе данных под руководством ПРООН. Кыргызстан, при поддержке Зелёного климатического фонда, модернизирует гидроэнергетические системы и системы водоснабжения сельских районов для повышения своей устойчивости.

Однако уязвимость к изменению климата растёт. В докладе ЭСКАТО ООН прогнозируется, что к 2024 году ежегодные потери ВВП в регионе из-за воздействия климата, связанного с водными ресурсами, составят 1,3%. Тем временем, исполнительный директор Программы ООН по окружающей среде Ингер Андерсен предупредила, что к 2050 году до пяти

миллионов человек могут оказаться в ситуации вынужденного переселения, если не будут приняты скоординированные меры.

Туркменистан и трансграничные риски

В Туркменистане остро стоит проблема нехватки воды, усугубляемая её расточительным использованием, особенно в сельском хозяйстве и инфраструктурных проектах. Страна использует практически всю доступную пресную воду, 92% которой приходится на сельское хозяйство, причём значительная её часть перекачивается через неэффективный Каракумский канал.

Несмотря на признание кризиса, реформы запаздывают. Аналитики предупреждают, что строительство Афганистаном канала Кош-Тепа грозит перенаправить до 30% стока Амударьи, что может привести к сокращению подачи воды в Узбекистан и Туркменистан, усугубить экологическую ситуацию в Аральском море и вызвать экономические, социальные и геополитические последствия по всей Центральной Азии.

Необходимость координации

Несмотря на давнюю напряженность из-за общих рек, страны Центральной Азии возвращаются к диалогу. Платформа МФСА была возрождена для продвижения совместных проектов, а Казахстан расширил обмен гидрологическими данными. Такие мероприятия, как Астанинский международный форум, также способствуют достижению консенсуса в отношении водных ресурсов как общего регионального приоритета.

В докладе ООН содержится призыв к инвестированию в горные сообщества для защиты истоков рек и укрепления трансграничных институтов. В нём предупреждается, что к 2050 году регион может потерять 30% своих пресноводных ресурсов, если сохранятся климатические тенденции и не будет уделяться должного внимания развитию инфраструктуры.

Благодаря крупным инвестициям в Казахстан, растущему сотрудничеству в области строительства новых плотин и поддержке мировых доноров Центральная Азия может оказаться готовой перейти от разрозненных мер реагирования на кризис к интегрированному управлению водными ресурсами, устойчивому к изменению климата.

Ученые прогнозируют глобальную эрозию ледников¹³

Ледники образовали глубокие долины в Банфе, размыли Онтарио, обнажив плодородные почвы прерий, и продолжают изменять поверхность Земли. Но как быстро ледники формируют ландшафт? В статье, опубликованной в *Nature Geoscience*, географ из Университета Виктории Софи Норрис и её международная команда представляют наиболее полную картину того, как быстро разрушаются ледники и как они меняют ландшафт. Исследование также позволяет оценить скорость эрозии более чем 180 000 ледников по всему миру в будущем.

Используя глобальный анализ на основе машинного обучения, Норрис и её исследовательская группа смогли спрогнозировать эрозию 85 % современных ледников. Согласно уравнениям регрессии, 99 % ледников разрушаются со скоростью от 0,02 до 2,68 миллиметра в год — примерно ширина кредитной карты.

«Условия, которые приводят к эрозии у основания ледников, сложнее, чем мы думали раньше, — говорит Норрис. — Анализ показал, что на скорость эрозии сильно влияют многие переменные: температура, количество воды под ледником, тип горных пород в этом районе и количество тепла, поступающего из недр Земли».

«Учитывая чрезвычайную сложность измерения ледниковой эрозии в условиях активного ледникового периода, исследование позволяет оценить этот процесс в отдалённых регионах по всему миру», — говорит Джон Госс из Университета Далхаузи.

Понимание сложных факторов, вызывающих эрозию под ледниками, крайне важно для управления ландшафтами, долгосрочного хранения ядерных отходов и мониторинга перемещения осадочных пород и питательных веществ по всему миру.

¹³ Источник: <https://scientificrussia.ru/articles/ucenye-prognoziruut-globalnuu-eroziu-lednikov>
Опубликовано 11.08.2025

Арктические ледники России теряют по 25 гигатонн льда в год¹⁴

Запасы льда в ледниках российских арктических архипелагов в период 2014-2023 годов из-за глобального потепления сокращались примерно на 25 гигатонн в год, что намного превышает скорость таяния в предыдущие годы. Об этом рассказала на пресс-конференции директор Института географии РАН Ольга Соломина.

"На наших арктических архипелагах, где основное наше оледенение сосредоточено, по дистанционным данным - сейчас это очень здорово можно сделать - мы можем оценить потери массы льда на этих архипелагах. Вы видите, что особенно активно начали ледники сокращаться - 2014-2023 год. 25 гигатонн в год, а предыдущий период - восемь всего", - рассказала Соломина.

Она отметила, что в Арктике дополнительную опасность представляют айсберги, которые откалываются от ледников. "Айсберги огромные, и они создают проблемы и для судов, и для нефтяных платформ", - подчеркнула Соломина.

Объем ледников на Эльбрусе, по ее словам, за изученный период с 1997 по 2017 год уменьшился на 23%. Соломина назвала это "катастрофической историей".

¹⁴ Источник: <https://nauka.tass.ru/nauka/24790997> Опубликовано 15.08.2025

Усилия мирового сообщества по сохранению ледников

**Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей
14 декабря 2022 года**

**77/158. Международный год сохранения
ледников, 2025 год**

Генеральная Ассамблея,

подтверждая свою резолюцию 70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» от 25 сентября 2015 года, в которой она утвердила всеобъемлющий, рассчитанный на перспективу и предусматривающий учет интересов людей набор универсальных и ориентированных на преобразования целей и задач в области устойчивого развития, свое обязательство прилагать неустанные усилия для полного осуществления Повестки дня к 2030 году, признание ею того, что ликвидация нищеты во всех ее формах и проявлениях, включая крайнюю нищету, является важнейшей глобальной задачей и одним из необходимых условий устойчивого развития, и свою приверженность сбалансированному и комплексному обеспечению устойчивого развития во всех его трех — экономическом, социальном и экологическом — компонентах, а также закреплению результатов, достигнутых в реализации целей в области развития, сформулированных в Декларации тысячелетия, и завершению всего, что не удалось сделать за время, отведенное для их достижения,

подтверждая также свои резолюции 53/199 от 15 декабря 1998 года и 61/185 от 20 декабря 2006 года о провозглашении международных годов и резолюцию 1980/67 Экономического и Социального Совета от 25 июля 1980 года о международных годах и годовщинах, и в частности пункты 1–10 приложения к ней, касающиеся согласованных критериев объявления международных годов, а также пункты 13 и 14, в которых говорится, что международный день или год не следует провозглашать до принятия основных мер, необходимых для его организации и финансирования,

отмечая, что ледники являются одним из важнейших компонентов гидрологического цикла и что нынешнее ускоренное таяние и отступление ледников оказывают существенное воздействие на климат, окружающую среду, поддержание благосостояния и здоровья людей и устойчивое развитие,

с озабоченностью отмечая выводы, содержащиеся в специальных докладах “Global Warming of 1.5 °C” и “The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate” («Глобальное потепление на 1,5 °C» и «Океан и криосфера в условиях изменения климата»), подготовленных Межправительственной группой экспертов по изменению климата,

подтверждая Парижское соглашение¹⁵ и его раннее вступление в силу, обращаясь ко всем сторонам Соглашения с призывом выполнять все его положения и обращаясь к тем сторонам Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата¹⁶, которые еще не сделали этого, с призывом как можно скорее сдать на хранение соответственно документы о ратификации, принятии, одобрении или присоединении и особо отмечая, что процессы осуществления Повестки дня на период до 2030 года и Парижского соглашения дополняют и подкрепляют друг друга,

с удовлетворением отмечая проведение двадцать шестой сессии Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, состоявшейся в Глазго, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, с 31 октября по 13 ноября 2021 года, и двадцать седьмой сессии Конференции сторон, состоявшейся в Шарм-эш-Шейхе, Египет, с 6 по 20 ноября 2022 года,

принимая во внимание связи между программами действий по водным ресурсам и климату и возможность содействия их реализации в рамках двадцать седьмой сессии Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и Конференции Организации Объединенных Наций по среднесрочному всеобъемлющему обзору хода достижения целей Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 годы, на основе мер, направленных на адаптацию использования водных ресурсов и обеспечение устойчивости к потрясениям, и путем поощрения создания систем раннего предупреждения, обеспечивающих доступные, своевременные, надежные, дезагрегированные и соответствующие целям данные и мониторинг, а также путем оказания поддержки в области наращивания потенциала и учебной подготовки, особенно в развивающихся странах,

¹⁵ См. FCCC/CP/2015/10/Add.1, решение 1/CP.21, приложение

¹⁶ United Nations, Treaty Series, vol. 1771, No. 30822

признавая, что во многих высокогорных районах отступление ледников и таяние вечной мерзлоты, согласно прогнозам, еще больше снизит устойчивость склонов и что число случаев наводнений в результате прорыва ледниковых озер или выпадения дождевых осадков на снег, оползней и снежных лавин, согласно прогнозам, увеличится и такие случаи будут происходить в новых местах или в другое время года,

отмечая, что за последние десятилетия глобальное потепление привело к повсеместному сокращению криосферы с потерей массы ледниковыми покровами и ледниками и сокращением снежного покрова, что снизило устойчивость высокогорных районов и изменило количество и сезонность стока и водных ресурсов в бассейнах рек с преобладанием снегового и ледникового питания, а также стало одним из факторов локального снижения урожайности сельскохозяйственных культур в некоторых высокогорных районах, нехватки воды, включая уменьшение доступности воды в нижнем течении, и повышения глобального среднего уровня моря,

отмечая также, что непрерывный рост глобальной температуры может привести к необратимым последствиям для некоторых экосистем с низкой устойчивостью, таких как полярные экосистемы, горные экосистемы и экосистемы прибрежных дельт, которые страдают от последствий таяния ледяного покрова, ледников и снежного покрова и ускоряющегося и более высокого ожидаемого повышения уровня моря,

учитывая, что необходимость проведения всемирной инвентаризации существующих многолетних ледяных и снежных масс была впервые рассмотрена в ходе Международного гидрологического десятилетия, объявленного Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры на период 1965–1974 годов,

подчеркивая настоятельную необходимость повышения осведомленности о действиях и долгосрочных мерах по сохранению ледников и поощрения и поддержки таких действий и мер, в том числе на основе трансграничного сотрудничества при необходимости, а также комплексного управления ледниками на всех уровнях,

признавая важность инициатив, связанных с криосферой Земли, для достижения целей в области устойчивого развития и проведения Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 годы,

принимая к сведению итоги второй Международной конференции высокого уровня по Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 годы, состоявшейся в Душанбе с 6 по 9 июня 2022 года, которые обеспечивают поддержку инициативе Таджикистана объявить международный год сохранения ледников в 2025 году, и с признательностью отмечая намерение укрепить международный механизм

для облегчения доступа к точной и своевременной информации о криосфере,

1. постановляет объявить 2025 год Международным годом сохранения ледников и провозгласить 21 марта каждого года Всемирным днем ледников, который будет отмечаться начиная с 2025 года;

2. предлагает всем государствам-членам, организациям системы Организации Объединенных Наций и другим международным и региональным организациям, а также гражданскому обществу, включая неправительственные организации, отдельных лиц и другие соответствующие заинтересованные стороны, надлежащим образом провести этот Международный год и отмечать этот Всемирный день на всех уровнях посредством организации мероприятий, направленных на повышение осведомленности о важности ледников и снежного и ледяного покровов в климатической системе и гидрологическом цикле и об экономических, социальных и экологических последствиях предстоящих изменений в криосфере Земли, а также обмениваться передовым опытом и знаниями в этой области;

3. предлагает Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры и Всемирной метеорологической организации, памятуя о положениях приложения к резолюции 1980/67 Экономического и Социального Совета, в сотрудничестве с правительствами и соответствующими организациями системы Организации Объединенных Наций содействовать проведению Международного года и празднованию Всемирного дня, принять соответствующие меры по организации мероприятий в рамках этого года и этого дня и разработать необходимые предложения по всем мероприятиям в целях оказания поддержки государствам-членам в проведении указанного года и праздновании указанного дня;

4. с удовлетворением отмечает щедрое предложение правительства Таджикистана провести в 2025 году в Таджикистане международную конференцию, посвященную сохранению ледников, и взять на себя связанные с ней расходы;

5. предлагает правительствам, межправительственным и неправительственным организациям, основным группам, другим соответствующим заинтересованным сторонам и донорам на добровольной основе вносить взносы в целевой фонд в поддержку деятельности по сохранению ледников¹⁷, координировать которую будет Генеральный секретарь в сотрудничестве с соответствующими учреждениями системы Организации Объединенных Наций, включая Организацию Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры и Всемирную метеорологиче-

¹⁷ Целевой фонд для поддержки деятельности политического форума высокого уровня по устойчивому развитию

скую организацию, для оказания содействия странам в решении вопросов, связанных с ускоренным таянием ледников и его последствиями;

6. подчеркивает, что расходы на все мероприятия, которые могут проводиться в связи с осуществлением настоящей резолюции, должны покрываться за счет добровольных взносов, включая добровольные взносы со стороны частного сектора;

7. предлагает Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры и Всемирной метеорологической организации, памятуя о положениях пунктов 23–27 приложения к резолюции 1980/67 Экономического и Социального Совета, информировать Генеральную Ассамблею на ее восемьдесят первой сессии и последующих сессиях об осуществлении настоящей резолюции, в том числе об оценке проведения Международного года и празднования Всемирного дня;

8. просит Генерального секретаря довести настоящую резолюцию до сведения всех государств-членов, организаций системы Организации Объединенных Наций и других соответствующих заинтересованных сторон, включая гражданское общество, частный сектор и научные круги, с тем чтобы обеспечить проведение Международного года и празднование Всемирного дня надлежащим образом.

Душанбинская декларация по ледникам¹⁸

Мы, главы делегаций, высокопоставленные представители государств, организаций, основных групп и других заинтересованных сторон, собравшиеся в Душанбе (Таджикистан) с 29 по 31 мая 2025 г., участвующие в работе Международной конференции высокого уровня по сохранению ледников в соответствии с нашими различными ролями и обязанностями,

Отсылаясь к Резолюции Генеральной Ассамблеи ООН 77/158 от 14 декабря 2022 г., согласно которой решено объявить 2025 г. Международным годом сохранения ледников и провозгласить 21 марта каждого года Всемирным днем ледников, который будет отмечаться начиная с 2025 г.,

¹⁸ Окончательная версия (неофициальный перевод)

Подтверждая приверженность Резолюции Генеральной Ассамблеи ООН 70/1 от 25 сентября 2015 г. «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», в которой принят всеобъемлющий, перспективный и ориентированный на человека набор универсальных и преобразующих Целей и задач в области устойчивого развития, включающих специальную Цель 13 по борьбе с изменением климата, а также соответствующие положения Резолюции Генеральной Ассамблеи ООН 79/1 от 22 сентября 2024 года «Пакт о будущем» в соответствии с национальными приоритетами, в которой принято обязательство ускорить действия по восстановлению, защите, сохранению и устойчивому использованию окружающей среды, включая леса, горы, ледники и засушливые земли,

Подтверждая также приверженность Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и Парижскому соглашению, включая результаты первой Глобальной оценки, освещенные на двадцать восьмой сессии Конференции Сторон, которая состоялась в Дубае (ОАЭ) с 30 ноября по 12 декабря 2023 г.,

С учетом резолюции Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций 77/172 от 14 декабря 2022 г., провозгласившей период 2023–2027 гг. Пятилеткой действий по развитию горных регионов,

Признавая, что ледники и вся криосфера в целом являются важнейшим элементом гидрологического цикла и что нынешнее ускоренное отступление ледников, таяние ледниковых щитов, потеря снежного покрова и оттаивание вечной мерзлоты вызваны изменением климата, что оказывает серьезное негативное воздействие на окружающую среду, благосостояние человека, здоровье, экономику, инфраструктуру, туризм, сельское хозяйство, экосистемы и устойчивое развитие,

Выражая глубокую обеспокоенность тем, что за последние десятилетия изменение климата привело к повсеместному сокращению криосферы, с потерей массы ледниковых щитов и ледников, сокращением снежного покрова и вечной мерзлоты, что подорвало стабильность высокогорных районов, увеличило ущерб от прорыва ледниковых озер и изменило объем и сезонность стока, а также доступность водных ресурсов в бассейнах рек с преобладанием снегового и ледникового питания, а также способствовало снижению на локальном уровне урожайности сельскохозяйственных культур, дефициту воды, потере «ледовой летописи», зафиксированной в слоях льда, и повышению среднего мирового уровня моря,

Подчеркивая, что таяние ледников и снега значительно влияет на сообщества, проживающие как вблизи, так и вдали от ледников, нарушая обеспеченность пресноводными ресурсами, от которых зависят миллиарды людей в плане питьевого водоснабжения, орошения, средств к существо-

ванию и производства электроэнергии, сельскохозяйственной продуктивности, продовольственной безопасности, гидроэнергетического потенциала, туризма, торговли, навигации и транспорта, а также приводя к потере культурного и природного наследия, что непропорционально сильно затрагивает местное население и коренные народы,

Подчеркивая, что во многих высокогорных районах отступление ледников и оттаивание вечной мерзлоты в результате глобального потепления, как ожидается, еще больше подорвут стабильность склонов, и что случаи наводнений, вызванных прорывом ледниковых озер или осадками по снежному покрову, оползнями и снежными лавинами, по прогнозам, увеличатся и будут возникать в новых местах или в разные сезоны, что еще больше усугубит риски стихийных бедствий, а также принимая во внимание Сендайскую рамочную программу по снижению риска бедствий на 2015-2030 гг. и результаты ее среднесрочного обзора в мае 2023 г., согласно которым приняты обязательства ускорить действия по интеграции снижения риска бедствий в политику, программы и инвестиции на всех уровнях,

Осознавая взаимосвязь между сохранением ледников и защитой, сохранением, восстановлением и устойчивым управлением экосистемами, а также их связь с действиями по борьбе с изменением климата, сохранением биоразнообразия, снижением риска бедствий и борьбой с опустыниванием, а также с развитием человеческого потенциала, включая расширение прав и возможностей женщин и девочек, продвижение традиционных знаний и культурных практик, искоренение бедности и голода, чтобы никто не остался без внимания,

С обеспокоенностью отмечая результаты специальных докладов Шестого оценочного цикла Межправительственной группы экспертов по изменению климата, особенно в специальном докладе «Океан и криосфера в меняющемся климате» и Обобщающем документе по горам, подготовленном Рабочей группой II по воздействиям, уязвимости и адаптации,

Отмечая также, что продолжающийся рост глобальных температур может привести к необратимым воздействиям на некоторые экосистемы с низкой устойчивостью, такие как полярные, горные и низменные прибрежные экосистемы, затронутые потерей ледниковых щитов, ледников, вечной мерзлоты и снежного покрова, включая ускоренное и более высокое повышение уровня моря,

Отмечая далее, что сокращение глобальных выбросов парниковых газов имеет важное значение для ограничения потерь ледников и горной криосферы и таяния ледниковых щитов,

Признавая первое празднование «Всемирного дня ледников» 21 марта 2025 г. и принимая к сведению издание в 2025 г. Доклада ООН по случаю Всемирного дня воды «Водные башни: горы и ледники»,

Подчеркивая важность продвижения соответствующих научных исследований и постоянного мониторинга для решения проблем, связанных с таянием ледников и изменениями в криосфере, к которым призывает резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 78/321 от 13 августа 2024 г., провозгласившая период с 2025 по 2034 гг. Десятилетием действий в области криосферных наук,

Признавая, что потребность в общемировой инвентаризации существующих многолетних ледовых и снежных масс впервые рассматривалась во время Международного гидрологического десятилетия, объявленного ЮНЕСКО на период 1965–1974 гг.,

Подтверждая важность ответственной адаптации в условиях потери ледников и появления послеледниковых экосистем,

Подчеркивая важность инициатив, связанных с криосферой Земли, по достижению Повестки дня на период до 2030 г. и ее Целей в области устойчивого развития, Десятилетию действий в области криосферных наук на 2025-2034 гг. и Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития» на 2018–2028 гг.,

Принимая к сведению проведение Конференции ООН по среднесрочному всеобъемлющему обзору хода осуществления целей Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития», 2018-2028 гг., состоявшейся с 22 по 24 марта 2023 г. в Нью-Йорке, которая дала значительный импульс действиям в водной сфере и политической приверженности на всех уровнях, в том числе посредством Повестки дня действий в области водных ресурсов, для решения проблем, связанных с водой, и результаты Третьей международной конференции высокого уровня по Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 гг., состоявшейся в Душанбе с 10 по 13 июня 2024 г., которая призвала поддержать осуществление и широкое празднование Международного года сохранения ледников в 2025 г. и ежегодное празднование Всемирного дня ледников 21 марта,

Подчеркивая, что Международный год сохранения ледников 2025 г. и первая Международная конференция высокого уровня по сохранению ледников укрепили общие усилия и поддержку в решении социальных, экономических и экологических проблем и возможностей для сохранения ледников для нынешнего и будущих поколений,

Основные перспективные послания

Мы призываем всех лиц, принимающих решения, и заинтересованные стороны принять меры для того, чтобы:

Подчеркнуть острую необходимость повышения осведомленности и содействия действиям по сохранению ледников, снежного покрова, последледниковых экосистем, и развития социально-экономических выгод от них, поддержки сохранения биоразнообразия, в том числе посредством трансграничного сотрудничества, если это уместно,

Продвигать комплексные подходы к смягчению последствий, адаптации и устойчивости к изменению климата, чтобы устойчиво управлять водными ресурсами и смягчать риски от быстро сокращающейся криосферы, включая снижение риска бедствий, системы раннего предупреждения, инфраструктурные и природоориентированные решения, а также устойчивые агропродовольственные системы,

Обеспечить эффективность мер по адаптации и предотвращать дальнейшие потери и ущерб, что также требует надежного и стабильного мониторинга ледников, снежного покрова и вечной мерзлоты для прогнозов и подготовленности,

Развивать сотрудничество и партнерство между научными учреждениями и соответствующими заинтересованными сторонами в области мониторинга и исследований горной криосферы на различных уровнях, а также способствовать доступности результатов исследований для всех заинтересованных сторон в целях разработки государственных стратегий и программ на международном, региональном, национальном, субнациональном и местном уровнях,

Признать остроту недостатка финансирования на адаптацию, связанную с потерей ледников, учитывая, что даже при сценариях с низким уровнем выбросов потеря льда и сокращение снежного покрова потребуют определенной степени адаптации к изменению водообеспеченности и усилению рисков,

Активизировать действия по интеграции вопросов сохранения ледников в программы управления рисками и инвестиционные стратегии для смягчения финансовых и экологических рисков и повышения экономической устойчивости,

Содействовать участию заинтересованных сторон, включая женщин, молодежь, местные сообщества и коренные народы, в процессах, связанных с ледниками, признавая ценность традиционных знаний, а также знаний коренных народов и местных сообществ для устойчивых решений,

Укреплять потенциал и возможности следующего поколения ученых и практиков, работающих над проблемами, связанными с ледниками и

криосферой, используя комплексный подход, сочетающий обучение, наставничество, полевой опыт с участием в политическом диалоге, разработкой и использованием инновационных инструментов и технологий для преодоления разрыва между наукой, политикой и местными знаниями,

Собравшись в Душанбе на Международную конференцию высокого уровня по сохранению ледников, мы заявляем о своей приверженности следующим действиям, соразмерно нашим возможностям:

1. Подтвердить важность ледников и криосферы в целом для глобального устойчивого развития, окружающей среды и климатической повестки дня;

2. Ожидать тридцатую сессию Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Белене (Бразилия) с 10 по 21 ноября 2025 г. как возможность призвать правительства и другие заинтересованные стороны представить более амбициозные определяемые на национальном уровне вклады, соответствующие реальным и долгосрочным действиям по сохранению ледников, и обеспечить, чтобы сохранение ледников и криосферы в целом и усилия по адаптации оставались в центре глобальных климатических действий;

3. Укреплять связи между водными ресурсами, ледниками и криосферой в целом, снижением риска бедствий и действиями по борьбе с изменением климата посредством Конференции ООН по водным ресурсам 2026 г. для ускорения осуществления ЦУР 6: Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех, и Конференции ООН 2028 г. по заключительному всеобъемлющему обзору хода осуществления целей Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 гг., а также восьмой сессии Глобальной платформы по снижению риска бедствий как основного глобального форума для оценки и обсуждения прогресса в осуществлении Сендайской рамочной программы;

4. Призывать правительства и заинтересованные стороны, включая международные финансовые учреждения, частный сектор, двусторонних доноров, межправительственные и неправительственные организации, мобилизовать финансирование на добровольной основе, сообразно обстоятельствам, для ограничения и адаптации к потере ледников и снежного покрова, смягчения опасностей, связанных с криосферой, сохранения биоразнообразия и повышения экосистемных услуг, в том числе добровольно присоединиться к вкладу Таджикистана в целевой фонд, координируемый Генеральным секретарем ООН, для поддержки деятельности по сохранению ледников;

5. Взять обязательство повышать статус ледников и криосферы, с учетом прогнозируемой потери большей части криосферы из-за изменения

климата и разрушительного воздействия на население и экосистемы, расположенные ниже по течению, в том числе из-за повышения уровня моря, на протяжении всего Международного года сохранения ледников 2025 г., а также Десятилетия действий в области криосферных наук, 2025-2034 гг., на всех соответствующих форумах и площадках;

6. Рекомендовать зафиксировать действия и партнерства, предложенные в ходе Международной конференции высокого уровня по сохранению ледников, а также в ходе всех других соответствующих конференций и мероприятий, в качестве добровольных обязательств на платформе действий ООН по ЦУР¹⁹, в том числе в Повестке дня действий по водным ресурсам²⁰, и предоставлять регулярные обновления о их прогрессе;

7. Поддержать запуск Глобальной повестки дня по ледникам с целью повышения значимости ледников, а также криосферы в целом в глобальных повестках дня в области устойчивого развития, окружающей среды, океанов, водных ресурсов и климата, обеспечивая при этом согласованность и взаимодополняемость с существующими инициативами, в том числе в поддержку Международного года сохранения ледников и Десятилетия действий в области криосферных наук 2025-2034 гг.;

8. Выразить искреннюю признательность за гостеприимство, оказанное Правительством и народом Таджикистана, и поддержку со стороны Организации Объединенных Наций и всех партнеров, которые внесли свой вклад в эту важную конференцию.

Принято единогласно в Душанбе (Таджикистан)

31 мая 2025 г.

¹⁹ Платформа действий ООН по ЦУР. Доступно по адресу: <https://sdgs.un.org/partnerships>

²⁰ Повестка дня действий ООН по водным ресурсам. Доступно по адресу: <https://sdgs.un.org/partnerships/action-networks/water>

Перевод: Усманова О., Юлдашева Г.

Верстка и дизайн: Беглов И., Дегтярева А.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz