



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЗАПИСКА

ОТСТУПЛЕНИЕ ЛЕДНИКОВ И ВОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ



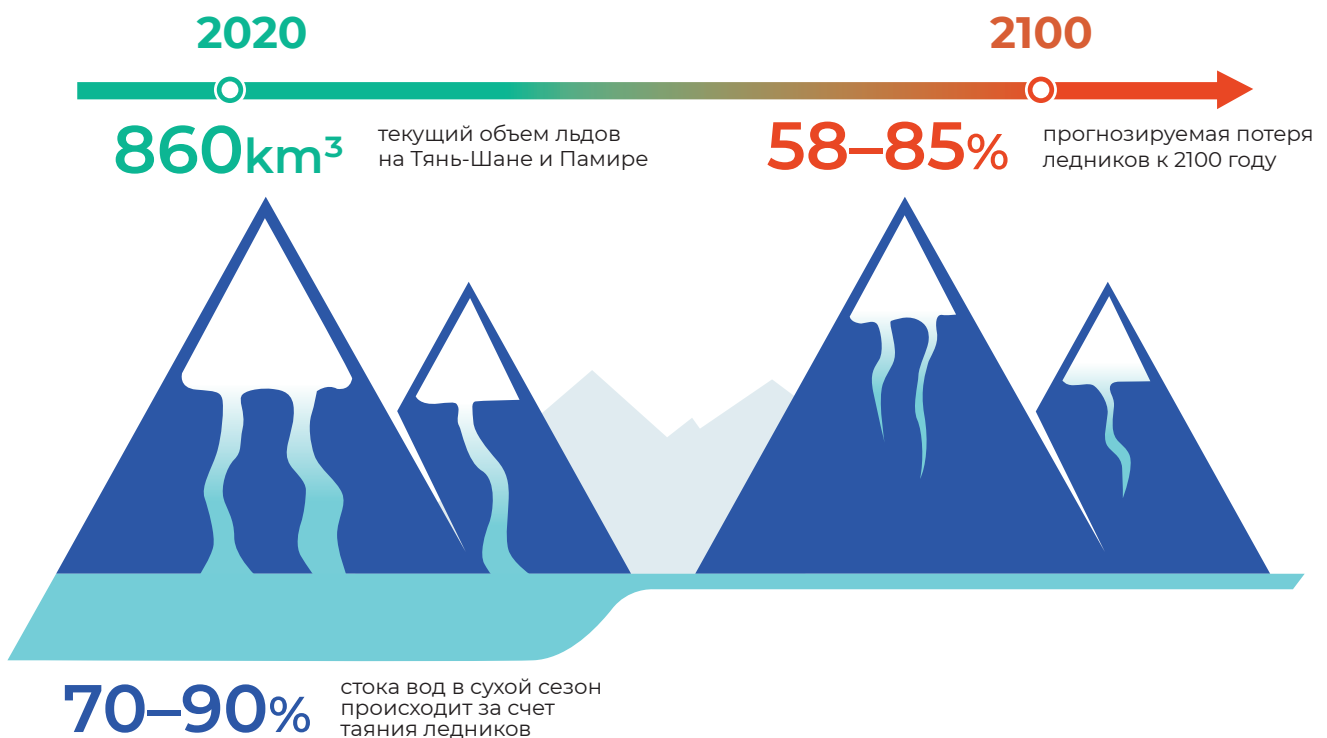
КЛЮЧЕВЫЕ ТЕЗИСЫ

- К 2100 году ледники Тянь-Шаня и Памира потеряют от 58 до 85% объема льда, что существенно повлияет на доступность источников воды для ~80 миллионов человек.
- Бассейн реки Сырдарья приближается к гидрологическому переходу: в нескольких речных бассейнах пик талых ледниковых вод ожидается в течение десятилетия, после чего вклад ледников уменьшится. Пик активности в бассейне Амударьи наступит не раньше 2100 года.
- В конце лета, когда потребность в орошении наиболее высока, в речных бассейнах Тянь-Шаня количество талых вод сократится более чем на 30%. Сезон таяния снега начнется раньше - в конце марта, а не в середине апреля.
- Рост населения (до ~155 миллионов к 2100 году) в сочетании с уровнем нехватки воды, уже превышающим 100% в странах, расположенных ниже по течению, подчеркивает необходимость своевременных мер адаптации.

КРИОСФЕРА КАК ВОДНЫЙ БУФЕР ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Крупнейшие реки Центральной Азии – Амударья и Сырдарья – берут начало в горах Тянь-Шаня и Памира, где снежный покров и ледники служат естественными водными резервуарами.¹ На долю снега приходится более 74% годового стока в Сырдарье и 69% - в Амударье. Ледниковый лёд вносит соответственно 2% и 8% в годовой сток.²

Однако, эти среднегодовые показатели не отражают сезонную зависимость. Летом талые воды могут составлять 70–90% стока в бассейнах с ледниками. Эта буферная функция лежит в основе орошаемого земледелия, производства гидроэлектроэнергии и водоснабжения для примерно 80 миллионов человек региона.



¹ Барандун и соавт., Университет Фрибурга. Сценарии изменения климата для ледников и влияние талых вод на доступность воды в Центральной Азии, 2024 год. Проект ГЭФ-ПРООН-ЮНЕСКО «Криосфера».

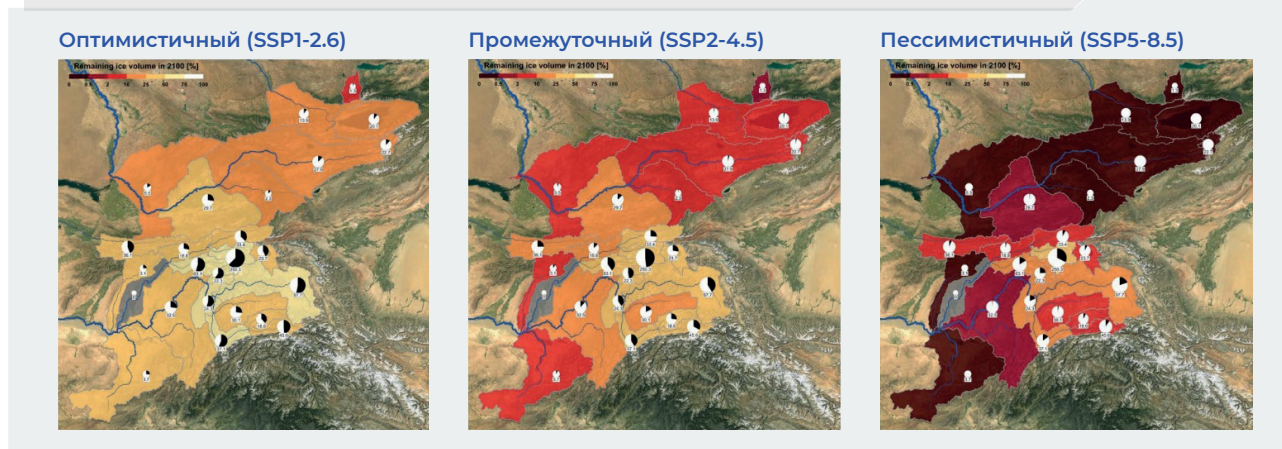
² Армстронг и соавт., 2019; Сакс и соавт., 2022.

ПРОГНОЗИРУЕМОЕ СОКРАЩЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЕДНИКОВ

Результаты моделирования Глобальной модели эволюции ледников (GloGEM)³ прогнозируют значительные потери объемов льда во всех горных хребтах Центральной Азии к 2100 году: **58% при сценарии с низким уровнем выбросов (SSP1-2.6)** и **85% – при сценарии с высоким уровнем выбросов (SSP5-8.5)**. В последнем случае из нынешних 860 км³

останется только около 140 км³. По прогнозам, больше всего пострадают ледники Тянь-Шаня: при сильном потеплении они могут в значительной степени исчезнуть, в то время как более высокие и мощные ледники центрального Памира, в частности ледник Ванджях (бывший ледник Федченко), как ожидается, сохранятся в течение столетия.

Рисунок 1. Сокращение объемов ледника в масштабах всего речного бассейна к 2100 году. Круговые диаграммы демонстрируют оставшийся лед (выделено черным цветом) по сравнению с ушедшим льдом (выделено белым цветом). Цифры отображают объем в 2020 году (км³). Источник: Барандун и соавт., 2024.



ДВА БАССЕЙНА, ДВЕ ТРАЕКТОРИИ

С точки зрения политики, наиболее значимым выводом является разительная асимметрия между бассейнами рек Сырдарьи и Амударьи. В настоящее время в некоторых водосборах Сырдарьи вклад талых вод приближается к пику и начнет снижаться в течение следующего десятилетия. В других приточных бассейнах пик ожидается к середине столетия. После пика приток талых вод, как ожидается, значительно сократится, причем, в наиболее затронутых водосборах сокращение составит до 25%.

В бассейне реки Амударья ситуация складывается противоположным образом. В большинстве приточных бассейнов пик стока наступит не раньше конца XXI века, а в бассейне реки Муксу (где находится ледник Ванджях (Федченко)) пик может быть достигнут только в XXII веке. При сценариях с высоким уровнем выбросов, вклад талых вод в Амударье может увеличиться на 35-70%, а в Муксу - до 80%. Такое увеличение может привести к повышенному риску наводнений, подтоплений и дополнительной нагрузке на гидроэнергетическую инфраструктуру.

Рисунок 2. Относительное изменение доли талых ледниковых вод в общем годовом стоке в разбивке по речным бассейнам и сценариям (настоящее время – 2100 год). Красный цвет означает снижение (Тянь-Шань); синий - увеличение (Памир). Источник: Барандун и соавт., 2024.



³ Хасс и Хок, 2018; Роунс и соавт., 2023. Глобальная модель эволюции ледников (GloGEM).

РАСХОДЯЩИЕСЯ ТРАЕКТОРИИ ПО ДВУМ ОСНОВНЫМ БАССЕЙНАМ:

БАССЕЙН РЕКИ СЫРДАРЬЯ (ТЯНЬ-ШАНЬ)



ПИК ПРИТОКА ТАЛЫХ ВОД:

В ТЕЧЕНИЕ
СЛЕДУЮЩЕГО
ДЕСЯТИЛЕТИЯ ДО
СЕРЕДИНЫ ВЕКА



ВКЛАД ТАЛЫХ ВОД:

СНИЖЕНИЕ (-25%)



ОБЪЕМ СТОКА В КОНЦЕ ЛЕТА:

СНИЖЕНИЕ НА 30%
К 2100 ГОДУ



РИСК:

ДЕФИЦИТ ВОДЫ,
НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ
ОРОШЕНИЯ



ПОЛИТИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ:

УПРАВЛЕНИЕ
СПРОСОМ, РАЗВИТИЕ
ВОДОХРАНИЛИЩ

БАССЕЙН РЕКИ АМУДАРЬЯ (ПАМИР)



ПИК ПРИТОКА ТАЛЫХ ВОД:

С КОНЦА XXI ВЕКА ДО
ПЕРИОДА ПОСЛЕ 2100
ГОДА



ВКЛАД ТАЛЫХ ВОД:

УВЕЛИЧЕНИЕ (+35–80%)



ОБЪЕМ СТОКА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД:

СТАБИЛЬНЫЙ,
НО НАЧИНАЕТСЯ
РАНЬШЕ



РИСК:

НАВОДНЕНИЕ,
ПОВРЕЖДЕНИЕ
ИНФРАСТРУКТУРЫ



ПОЛИТИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ:

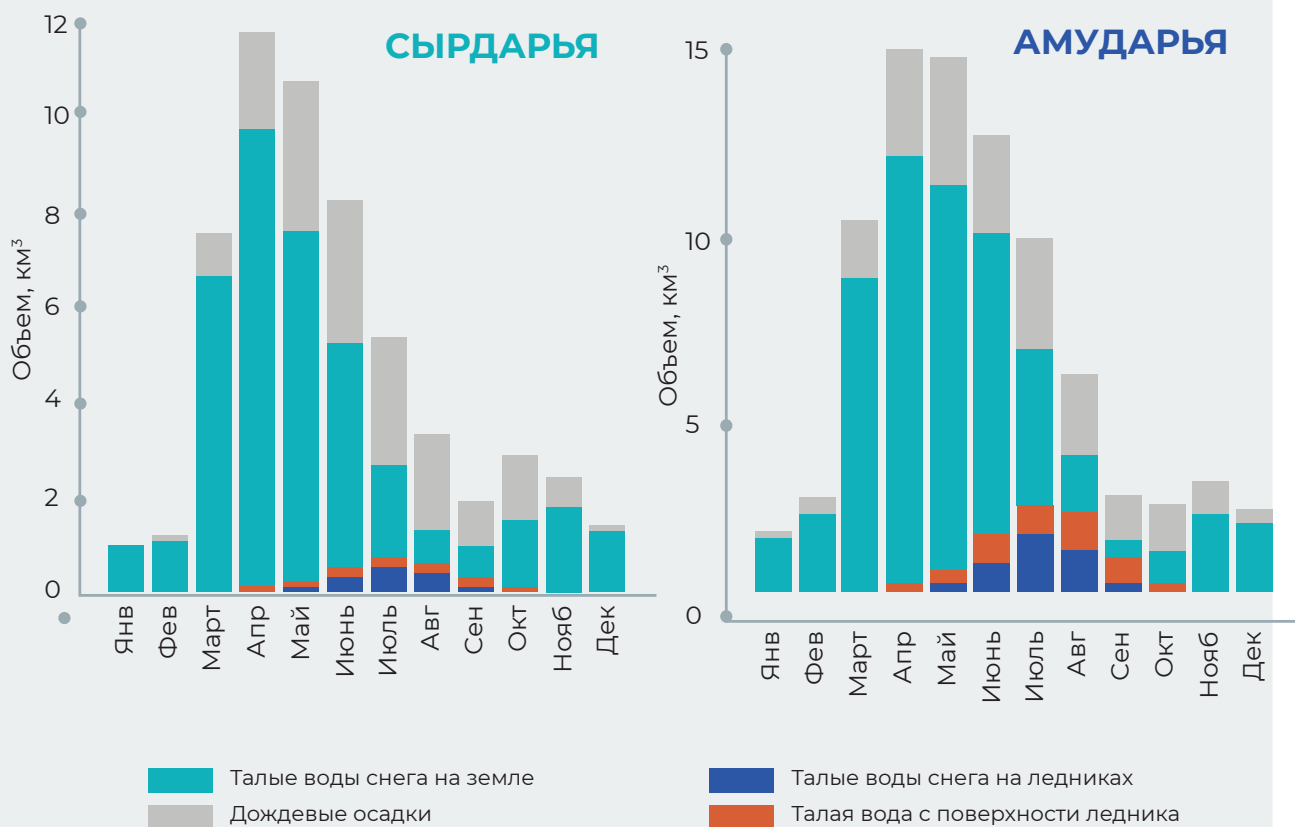
ГОТОВНОСТЬ К
НАВОДНЕНИЯМ,
БЕЗОПАСНОСТЬ
ПЛОТИН

СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ УСУГУБЛЯЮТ ПРОБЛЕМУ

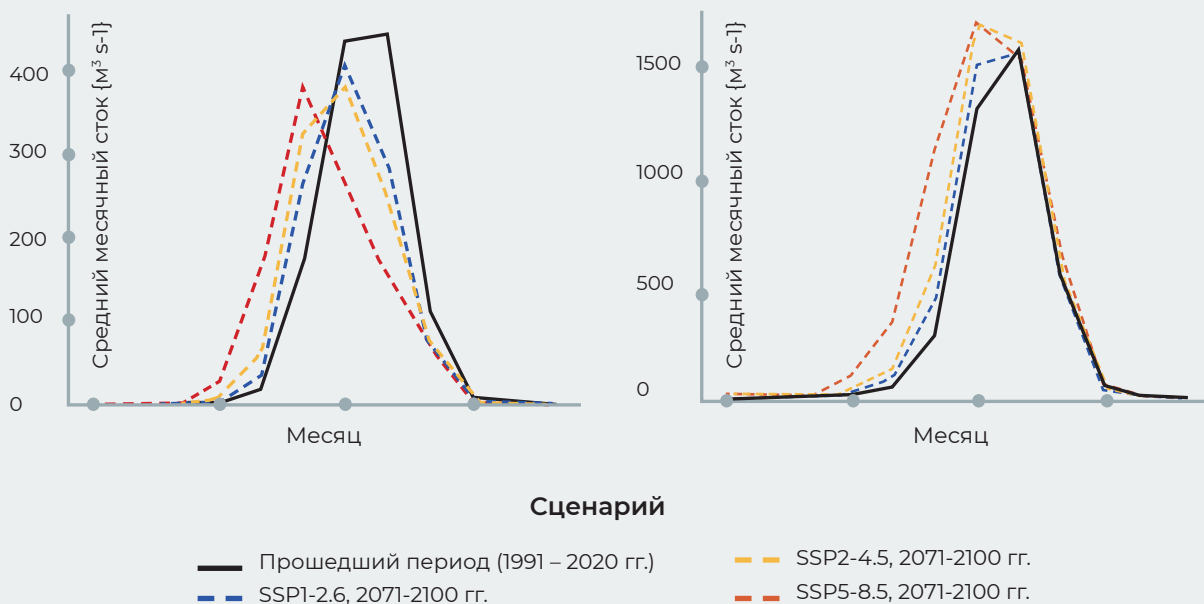
Помимо годовых показателей, сезонное перераспределение талых вод не менее важно для управления водными ресурсами. Потепление климата приведет к тому, что начало сезона таяния во многих бассейнах сдвинется с середины апреля на конец марта.

В некоторых речных бассейнах пик таяния ледников сместится с августа на июль или даже июнь. На Тянь-Шане, согласно прогнозам, к 2100 году объем стока от таяния ледников в конце сезона (август–октябрь) сократится более чем на 30% от общего стока бассейна.

Рисунок 3. Ежемесячное распределение стока по различным компонентам водных ресурсов, представленное в работе Армстронга и соавт. (2019 год) по рекам Сырдарья и Амударья (слева). Сезонное поступление вод от таяния ледников в бассейны Сырдарья и Амударья меняется в 2100 году (справа).



БАСЕЙН СЫРДАРЬИ, ЧАРДАРСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ



ВОЗНИКАЮЩИЕ РИСКИ

Сезонный дефицит воды

Ожидается, что снижение вклада талых вод в конце лета повлияет на надежность орошения и урожайность сельскохозяйственных культур, особенно в странах нижнего течения – Узбекистане и Туркменистане, где уровень дефицита воды уже превышает 100% (ЦУР 6.4.2: Туркменистан - 135%, Узбекистан - 122%)⁴. Эффективность использования водных ресурсов в Центральной Азии составляет в среднем всего 3,49 доллара США за кубометр, тогда как средний мировой показатель составляет 20,77 доллара США за кубометр.

Гидрологическая изменчивость

Более раннее начало таяния снега увеличивает риск весенних паводков, уменьшая поступление воды в засушливый сезон. В сочетании с отступлением ледников и деградацией многолетней мерзлоты может возрасти частота внезапных наводнений, вызванных прорывом ледниковых озер, и событий, приводящих к неустойчивости склонов.

Трансграничные вызовы

Изменение сезонного распределения стока осложняет договоренности по распределению водных ресурсов в обоих бассейнах. В 2022 году Афганистан инициировал проект канала Кош Тепа на реке Амударья, что сказывается на обеспеченности водой стран, расположенных ниже по течению, в частности Узбекистана.

Демографическое давление

Население региона выросло с 71,3 миллиона человек в 2017 году до 75,9 миллиона в 2021 году и может достичь примерно 155 миллионов к 2100 году⁵. Страны Центральной Азии входят в число стран с самым высоким показателем водопотребления на душу населения в мире (1359 м³/год по сравнению с среднемировым показателем в 504 м³/год). Ожидается, что рост спроса на воду в сочетании с сокращением вклада ледников приведет к усугублению дефицита воды во всем регионе.

РЕКОМЕНДАЦИИ

ШЕСТЬ ПРИОРИТЕТНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПО ДВУМ НАПРАВЛЕНИЯМ

НАПРАВЛЕНИЕ 1.

Улучшение мониторинга и информированности

- 1. Поддерживать и расширять сети наблюдения за ледниками и снежным покровом.** Интеграция измерений на местах с дистанционным зондированием и численным моделированием для снижения неопределенности в субрегиональных прогнозах и прогнозах по бассейнах рек.
- 2. Включить сценарии стока ледниковых вод в национальное планирование.** Использование дифференцированных прогнозов для бассейнов рек Сырдарья

и Амударья в национальных планах адаптации, водных стратегиях и стандартах проектирования инфраструктуры.

- 3. Инвестировать в сезонное прогнозирование и раннее предупреждение.** Связать мониторинг криосферы с гидрологическим прогнозированием и климатическими службами для обеспечения проактивного управления водохранилищами и готовности к опасным ситуациям.

⁴ ЦУР 6.4.2 Индикатор дефицита воды, Организация по продовольствию и сельскому хозяйству AQUASTAT, 2021.

⁵ FAO AQUASTAT, 2021. Прогнозы численности населения, основанные на среднегодовом приросте примерно на один миллион человек.

НАПРАВЛЕНИЕ 2.

Адаптация системы управления водными ресурсами и инфраструктуры

- 4. Реформировать сезонное управление водными ресурсами.** Пересмотреть правила эксплуатации водохранилищ и графики орошения, с тем чтобы учитывать более ранние пики талых вод и компенсировать дефицит воды в летний период. Отдавать приоритет совершенствованию эффективности водопользования.
- 5. Укрепить трансграничное сотрудничество.** Расширить региональный обмен данными и совместное планирование в рамках бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи. Использовать возможности SPECA (специальная программа Организации Объединённых Наций для экономик Центральной Азии) и Совместного заявления о действиях в области криосферы (Цель 5).
- 6. Поддерживать горные сообщества и повысить устойчивость к стихийным бедствиям.** Инвестировать в устойчивые к изменению климата системы жизнеобеспечения, инфраструктуру хранения воды и готовность к наводнениям в верховьях рек. В низовьях рек содействовать внедрению эффективных методов орошения для сокращения водозабора на душу населения.

ПРЕДСТОЯЩАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ РЕГИОНАЛЬНОЙ КООРДИНАЦИИ

Региональный экологический саммит в Астане, Казахстан (апрель 2026 г.), предоставляет странам Центральной Азии возможность продвинуть совместное заявление по комплексному мониторингу криосферы, дифференцированным стратегиям адаптации бассейнов рек и повышению эффективности использования водных ресурсов. Это может способствовать прогрессу в достижении целей ЦУР 6 и реализации концепции развития криосферы до 2050 года.

О НАСТОЯЩЕЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЗАПИСКЕ

Настоящая аналитическая записка основана на результатах отчёта Барандун М., Маттеа Э., Хусс М., Атанов С., Сакс Т., Кенжебаев Р., Фиддес Дж., Хельцле М. (2024). Сценарии воздействия изменения климата на вклад ледников и талых вод в обеспеченность Центральной Азии водными ресурсами», проведенное Университетом Фрибурга в рамках проекта ГЭФ-ПРООН-ЮНЕСКО по криосфере «Укрепление устойчивости стран Центральной Азии путем содействия региональному сотрудничеству в оценке гляцио-нивальных систем для разработки комплексных методов устойчивого развития и адаптации к изменению климата».

Проект ГЭФ-ПРООН-ЮНЕСКО по криосфере реализуется Региональным Офисом ЮНЕСКО в Алматы.

Полный отчет: cryosphereca.org



Проект ГЭФ-ПРООН-ЮНЕСКО «Укрепление устойчивости стран Центральной Азии путем содействия региональному сотрудничеству в области оценки нивально-гляциальных систем для разработки комплексных методов устойчивого развития и адаптации к изменениям климата»

Следите за новостями проекта:

 www.cryosphereca.org

 [unescoalmaty](#)

 [unescoalmaty](#)

 [unescoalmaty](#)

 [unescoalmaty](#)

