



Министерство охраны природы
Республики Таджикистан

Главное управление по гидрометеорологии и
наблюдениям за природной средой

ЛЕДНИКИ ТАДЖИКИСТАНА

Душанбе 2003

1. Введение

В настоящее время в республике насчитывается 8492 ледника общей площадью 8476 км². Общий объем всех ледников – 567 км³. Поэтому, хотя Республика Таджикистан занимает примерно десятую часть площади всей Средней Азии, на её территории формируется почти две трети стока всего региона. Наши ледники дают ежегодно более 13 км³ воды - почти четверть всего стока рек Таджикистана. Ледники являются не только аккумуляторами, но и регуляторами влаги: они смягчают колебание расхода рек, понижают коэффициент вариации стока, что благоприятно для всех отраслей экономики республики. В соседнем Узбекистане ледников очень мало, а в Киргизии вода самых крупных ледников уходит за рубеж, в Китай.

Распределение ледников по территории отдельных бассейнов зависит от экспозиции склонов. Северные склоны, принимающие меньшее количество солнечной радиации, имеют лучшие условия для развития и существования ледников.

Так, во всех бассейнах количество ледников на склонах северных направлений (север, северо-восток, северо-запад) составляет 65-70% от числа всех ледников. На склонах южных направлений доля ледников составляет только 15-20%. Такое же соотношение наблюдается и в площади оледенения.

Морфологические типы ледников очень разнообразны и обусловлены рельефом, орографией, климатическими и др. факторами (фото 1).

Долинные, наиболее крупные ледники по количеству составляют одну треть всех ледников, а по площади занимают две трети оледенения. Их языки спускаются наиболее низко, а разность высот между истоком и концом ледника наиболее велика. Ледники этого типа располагаются в бассейнах рек Обихингоу, Муксу, Ванч, Язгулем, Бартанг, Маркансу и районе оз. Каракуль.

Каровые ледники также занимают треть всего количества ледников, но по площади составляют лишь 10% оледенения. Эти ледники наиболее характерны для окраинных районов оледенения. Например, в бассейнах Сурхоба и Кафирнигана их число доходит до 40-50% всех ледников.

Висячие ледники располагаются на больших высотах, но имеют незначительные размеры, обычно 0,2-0,3 км². В бассейнах



Фото 1. Здесь, в зоне «вечной зимы», выпавший снег превращается в лед, рождаются ледники.

Муксу, Бартанга, Мургаба и Гунта они составляют 1/3 всех ледников.

Склоновые ледники лежат сплошным покровом на сравнительно пологих склонах. Они наиболее характерны для Восточного Памира. Размеры их от 0,4-0,6 до 3-4 км².

Таким образом, две трети площади оледенения занимают крупные ледники - долинные, а одну треть - мелкие: каровые, висьячие, склоновые. Эти особенности очень важны при расчете деградации оледенения в связи с ожидаемым потеплением климата.

2. Площадь оледенения, узлы оледенения и изучение ледников

Площадь "среднего" ледника Таджикистана равна приблизительно одному квадратному километру. Такие ледники площадью до 1 км², составляют 80% всего количества ледников и занимают всего 15% площади оледенения.

Размеры "среднего" ледника увеличиваются с запада на восток, достигая максимальных размеров в бассейне Муксу. В

бассейне Кафирнигана они имеют минимальное значение - 0,32 км², увеличиваясь в бассейнах Сурхоба и Обихингоу до 0,59 и 0,94 км². К юго-востоку от бассейна Муксу величина "среднего" ледника уменьшается в бассейнах Ванча и Язгулема до 1,2 км², Бартанга до 1,1 км², Гунта - 0,47 км². На Восточном Памире площадь "среднего" ледника составляет 1,1 км².

Ледники площадью менее 1 км² имеют толщину льда 50-60 м, поэтому в случае потепления климата первыми деградируют и исчезнут.

Самый большой узел оледенения Таджикистана находится на северо-западе Памира, там, где сходятся хребты Академии Наук, Дарвазский, Петра Первого, Ванчский и Язгулемский, где располагаются два из трех семитысячников нашей страны - пик И. Сомони (7495 м) и пик Е. Корженевской (7105 м). Здесь находится крупнейший в Средней Азии и один из крупнейших в мире горных ледников - Федченко. В его систему входит более ста ледников. В этом же районе расположен ледник Грумм - Гржимайло площадью 142,9 км² и ледник Гармо площадью 114,6 км², а также сотни более мелких ледников. Начинающиеся в этом узле реки Ванч, Язгулем, Бартанг относятся к бассейну Пянджа, а река Муксу - к бассейну Вахша (фото 2).



Фото 2. Закованный в лед памирский хребет Академии Наук.

Второй крупный узел оледенения расположен на стыке хребтов Заалайского и Зулумарт в районе пика Ленина (7134 м). Находящиеся здесь три крупных ледника относятся к разным бассейнам. Ледник Октябрьский (88,2 км²) отдает свой сток озеру Каракуль, ледник Большой Саукдара (53,0 км²) относится к бассейну Муксу, а ледник Уйсу (49,9 км²) - к бассейну Маркансу.

Площадь этих двух узлов оледенения около 5 тысяч км².

Третьим узлом оледенения, хотя и значительно уступающим двум первым, можно считать верховья реки Зеравшан. Здесь на стыке хребтов Туркестанского и Зеравшанского расположен большой сложно-долинный ледник Зеравшанский. Его длина 27,8 км, площадь 132,6 км², объем 15,85 км³. Его притоки так же имеют значительные размеры. Так, длина ледника Рама 8,9 км, площадь 22,8 км², объем 1,58 км³.

Главтаджикгидромет (бывшее Республиканское Управление гидрометслужбы), начал систематические наблюдения за ледниками Таджикистана в 1957 году. Наблюдениями были охвачены около трех десятков ледников от бассейна Зеравшана до Восточного Памира. Поначалу производилась только топографическая съемка концов ледников, чтобы определить, отступают они или наступают. Затем стало проводиться нивелирование поперечных профилей. С 1961 года развернулись комплексные гляциологические и гидрометеорологические наблюдения на различных ледниках: в 1961-1963 гг. на леднике Медвежем в верховьях Ванча, в 1966 году – на леднике Диахандара в бассейне Каратага. Очень большой объем работ был выполнен в 1969-1974 гг. на леднике Скогач в бассейне Обихингоу, в 1968, 1971, 1973-1976 гг. на леднике ГПП в бассейне Зеравшана, в 1976-1978 гг. в верховьях ледника Федченко, в 1982-1984 гг. – на леднике Дихаданг (таблица 1).

Когда в 1960-х годах ученые Института географии Академии Наук СССР начали составление Атласа ледников СССР и приступили к изучению оледенения Таджикистана, специалисты Республиканского Управления гидрометслужбы приняли в этом участие. Особенно большая работа проделана в 1969-1972 гг., когда обследовались сотни ледников в бассейнах рек Обихингоу и Сурхоб.

Специалисты республиканской Гидрометслужбы вели наблюдения за ледником Медвежий во время его подвижек в 1963, 1973, 1989 и 2001 годах, наблюдали за пульсирующим ледником

Таблица 1.

Ледники Таджикистана, обследованные сотрудниками
Главтаджикгидромета

№ п/п	Название ледника	Бассейн реки
1	Зеравшанский	Зеравшан
2	Рама	Зеравшан
3	Тро	Зеравшан
4	Дихаданг	Зеравшан
5	Газнок	Зеравшан
6	Гидрографической Партии (ГГП)	Зеравшан
7	Мушкетова	Муксу
8	Хадырша	Муксу
9	Шагазы	Муксу
10	Музгазы	Муксу
11	Баральмоз	Муксу
12	Бырс	Муксу
13	Сугран	Муксу
14	Федченко	Муксу
15	Скогач	Обихингоу
16	Мазарский	Обихингоу
17	Гармо	Обихингоу
18	Бохуд	Обихингоу
19	Сутарги	Обихингоу
20	Медвежий	Ванч
21	Русского Географического Общества	Ванч
22	Бакчигир	Гунт
23	Малый Октябрьский	оз.Каракуль
24	Акбайтал	оз.Каракуль
25	Кызылкуль	Сурхоб
26	507	Сурхоб
27	Дидаль	Сурхоб
28	517	Сурхоб
29	Якарча	Варзоб
30	Диахандара	Каратаг

И с т о ч н и к : Главтаджикгидромет

Дидадь в 1974-1975 гг. В настоящее время, несмотря на трудности, они продолжают наблюдения за ледником Медвежий, ледником Якарча и другими.

3. Основные причины, этапы и площади оледенения

Для возникновения оледенения необходимы два главных условия: понижение температуры воздуха в таких масштабах, чтобы снег стал основным видом осадков и не стаял за лето, к тому же он должен выпадать в большом количестве и продолжительное время, чтобы из глубокого уплотнившегося снега образовался лед. Однако причины похолоданий, которые приводили к оледенению, окончательно не выяснены, на этот счет существуют различные гипотезы.

Самое древнее из известных, так называемое Тупчакское оледенение, произошло во второй половине раннего четвертичного времени (свыше 200 тыс. лет назад). Оно занимало в общей сложности 29570 км², то есть в 3,5 раза больше, чем в настоящее время. Снеговая линия при этом располагалась на 500 м ниже, чем сейчас. Особенно сильно было развито оледенение Восточного Памира, оно превышало современное в восемь раз. На Западном Памире были широко развиты долинные ледники по притокам Ванча, Язгулема, Бартанга и Гунта. В своих верховьях оледенение этих рек сливалось с оледенением Восточного Памира. Однако в горах Гиссаро-Алая оледенением были охвачены лишь отдельные участки, почти не было ледников на северном склоне Туркестанского хребта, отсутствовали ледники в верховьях реки Варзоб. Свидетельства этого оледенения сохранились в виде древних морен, каров, трогов, ледниковых отложений.

Вторая, так называемая Ляхшская ледниковая эпоха, относится ко второй половине среднечетвертичного времени. Это оледенение произошло 100 тыс. лет назад и охватило всю горную территорию Таджикистана. Площадь его составила 24860 км², или в 2,9 больше настоящего. По сравнению с Тупчакским оледенением Восточного Памира уменьшилось почти вдвое, зато увеличились ледники Западного Памира, а оледенение Гиссаро-Алая по площади в три раза превышало настоящее.

Древний пра-ледник Федченко (Муксуйский) занимал всю долину реки Муксу, доходя до урочища Ляхш, отчего ледниковая эпоха и получила свое название. От Ляхшского оледенения сохранилось еще больше следов, чем от Тупчакского. Это древние морены, террасы, кары, трог, гляциальные наносы, сглаженные скалы и т.п. (фото 3).



Фото 3. Тримлайн — след древнего оледенения на борту ледника.

В самом конце четвертичного периода - в голоцене, продолжавшемся примерно 12 тысяч лет, шло постепенно потепление климата Таджикистана. Холодный сухой климат тундры, когда осадков выпадало в 2-5 раз меньше, а средняя температура воздуха была на 13-14°C ниже, чем сейчас, сменился теплым и относительно влажным, на смену тундре пришла степь. В позднем голоцене на смену степи пришла полупустыня, климат стал жарким и сухим. В настоящее время мы живем в самое жаркое время за весь голоцен.

Однако потепление шло совсем не равномерно, иногда оно сменялось временным похолоданием, тогда деградация оледенения прекращалась, а некоторые ледники даже увеличивались. Однако подобные процессы продолжались с

геологической точки зрения сравнительно недолго, не больше нескольких веков. Так в Европе, периоды похолодания наблюдались в VIII-X и XV-XIX веках..

К сожалению, для Таджикистана и для всей Средней Азии подробные сведения отсутствуют. Но так как изменения циркуляции атмосферы охватывают всю планету, можно считать, что и наши ледники отступали неравномерно.

Конец IX века был относительно холодным, зато первая половина XX века оказалась очень теплой, деградация ледников шла очень интенсивно. В 1960-1970-х годах средняя температура несколько понизилась, деградация замедлилась, в Австрийских Альпах некоторые ледники даже начали наступать, однако это продолжалось очень недолго. В Таджикистане несколько ледников (Мушкетова в бассейне Муксу, РГО в бассейне Ванча и другие) тоже некоторое время наступали, но незначительно. Остальные же ледники отступали, сокращалась их длина, опускалась поверхность.

В XX веке абляция ледников по всей планете увеличивалась в среднем на 12 кубических километров в год. С конца 19 века до середины 20 века талый сток увеличился на 10%. С 1884 по 1975 год горное оледенение планеты уменьшилось на 5%, ежегодный сток со всех ледников составлял 403 км^3 , что на 23 км^3 больше атмосферных осадков. Современные климатические условия неблагоприятны для существования ледников, так как расход больше прихода, абляция преобладает над аккумуляцией.

4. Пульсация ледников

Обычная скорость движения ледников – от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров в сутки. Однако существует группа ледников, которые иногда резко увеличивают скорость своего движения, начинают увеличиваться в длину, вызывая такие стихийные явления, как образование и прорыв подпрудных озер или обвалы льда.

Из шестидесяти пяти таких пульсирующих, как их называют, ледников, находящихся в горах Средней Азии, тридцать пять расположены в Таджикистане, в бассейнах рек Ванч, Обихингоу, Сауксай, Сурхоб, Муксу и других.

Ниже приводятся сведения о наиболее известных пульсирующих ледниках Таджикистана.

Ледник Медвежий

Ледник Медвежий находится в истоках реки Абдукагор – левой составляющей реки Ванч. Он берет начало на западном склоне хребта Академии Наук – самого высокого в стране. Длина ледника 15,8 км, площадь 25,3 км². Начинается он в большом цирке на высоте более 4,5 тысяч метров над уровнем моря, язык его располагается на высоте 3000 метров. Между областью аккумуляции и областью абляции находится крутой ледопад высотой 900 метров. Это долинный ледник, имеющий лишь один небольшой приток слева.

По сведениям старожилов ледник наступал в 1916, 1937 и 1951 гг., однако изучение Медвежьего началось лишь в начале шестидесятых годов. Весной 1963 года скорость движения ледника неожиданно увеличилась в сто раз, он стал двигаться со скоростью до пятидесяти метров в сутки. Поверхность ледника растрескалась, в верховьях он просел, а в нижней части вздыбился бугром. На своем пути он уничтожил поселок геологов Дальний и перегородил высокой ледяной плотиной реку Абдукагор, в результате чего образовалось озеро объемом около двадцати миллионов кубометров. 18 июня 1963 года вода пробила себе путь сквозь ледяную преграду, и по всей долине Ванча прокатился селевой поток с расходом до 2 тыс. м³ в секунду (средний расход Ванча 50 м³, а весной - 300 м³ в секунду). Благодаря заранее принятым мерам жертв и разрушений удалось избежать. Однако вскоре ледяной туннель закрылся, вновь началось накопление озера. К концу июня, когда набралось 15 миллионов кубометров, произошел второй прорыв, который оказался слабее первого. Всего в 1963 году Медвежий увеличил свою длину на 1700 м, при этом площадь его увеличилась на 1,1 км². Объем вынесенного льда составил 140 млн. м³. К осени ледник остановился. Река Абдукагор несла свои воды сквозь туннель в ледяной плотине.

Весной 1973 года началось новое наступление ледника Медвежьего. К этому времени не весь лед предыдущей подвижки растаял, поэтому новые массы льда двигались по

старому. Снова ледяная плотина полукилометровой ширины и стопятидесятиметровой высоты перекрыла долину Абдукагора. Глубина образовавшегося озера достигала 110 метров. 19 июня 1973 года, когда в озере накопилось 27 млн. м³ воды, произошел прорыв. Максимальный расход достигал тысячи м³ в секунду. При этом уровень воды в р. Ванч в райцентре Ванч за 90 км от ледника поднялся на 3 метра, в Калай-Хумбе за 180 км от Медвежьего – на полтора метра, в Термезе - на полметра. Когда в озере осталось 3 млн. м³, туннель обвалился, закрылся, озеро вновь наполнилось, и 3 июля произошел второй прорыв. Однако заранее принятые меры позволили избежать жертв и разрушений.

Новую подвижку Медвежьего ждали в 1985 году, однако вопреки прогнозу ледник вел себя спокойно. Лишь осенью 1988 года его скорость увеличилась с 0,4 до 4,0 метров в сутки. Это было предвестником подвижки. Во время своей пульсации в 1989 году ледник Медвежий удлинился на 1,2 км, его площадь увеличилась на 0,8 км², объем вынесенного льда составил около 80 млн. м³. Однако высота и ширина ледяной плотины оказались меньше, чем при предыдущих подвижках, поэтому подпрудное озеро было меньше, а его прорывы происходили многократно и имели сравнительно небольшую величину. Наполнение озера началось 16 июня 1989 года, а уже в ночь на 26 июня произошел первый прорыв, хотя в озере набралось всего 4 млн. м³. Расход воды при прорыве составил всего 60 м³/сек. Второй прорыв с расходом более 120 м³/сек произошел в ночь на 28 июня. Такие сели проходили по Ванчу, не причиняя никакого вреда. Максимального объема (6,1 млн. кубометров) озеро достигло 5 июня, но при прорыве расход не превышал 50 - 60 м³/сек. К середине июля движение ледника практически прекратилось, а в ледяной плотине образовался постоянный туннель.

Последняя пульсация ледника Медвежьего произошла летом 2001 года. При этом ледник удлинился на 450-600 метров, вынес 9,6 млн. м³ льда. В апреле он двигался по 5 м в сутки, в мае его скорость доходила до 40 м в сутки, однако к концу июня ледник почти остановился – его скорость составляла 0,1-0,15 м в сутки. До реки Абдукагор он не дошел всего 250 м, поэтому никакого озера не возникло.

До сих пор точно не выяснена причина его подвижек, поэтому трудно ответить, почему при последней подвижке Медвежий не дошел до реки, не образовал озера. Возможно, что это в какой-то степени связано с потеплением климата. В связи с этим необходимо проведение его дальнейшего изучения.

Ледник Дидадь

На северном склоне хребта Петра Первого в бассейне Сурхоба расположено около полусотни небольших ледников. Самый крупный среди них - Дидадь: длина 4,8 км, площадь 1,6 км², высота конца ледника – 3000 метров над ур.м. Ледник сложно-долинный, имеет с правого борта небольшой приток. Дидадь берет начало на крутых склонах пика Каудаль высотой 4778 м над уровнем моря. Из ледника вытекает река Каудаль, впадающая в Сурхоб около кишлака Карасагыр. Язык ледника нависает над крутым и тесным скалистым ущельем (фото 4).

Обычно Дидадь двигался со скоростью несколько сантиметров в сутки, но неожиданно летом 1974 года его скорость



Фото 4. Пульсирующий ледник Дидадь в бассейне реки Сурхоб.

увеличилась в десятки раз, а поверхность раскололи глубокие трещины. В истоках ледник просел, а ближе к концу вздыбился волной. Длина Дидалья увеличивалась буквально на глазах. Временами из-под ледника вырывались кратковременные, но бурные селевые потоки и устремлялись вниз по реке Каудаль. К началу августа ледник успел удлиниться метров на шестьсот. Его движение сопровождалось шорохом, треском и громом рушащихся ледяных глыб и заторов.

Вечером 12 августа скорость ледника возросла, теперь он продвигался вперед на полтора-два метра в час. Все чаще из-под ледника вырывались сели, гул движения стал громче. Передняя часть Дидалья представляла собой двадцатиметровый ледяной обрыв, сквозь который местами пробивались струи воды. К полудню 13 августа ледник удлинился еще метров на сорок, а скорость его движения дошла до пяти метров в час. В полдень из-под ледника вырвался особенно мощный сел, а затем раздался звук, похожий на отдаленный раскат грома. От Дидалья оторвалась передняя часть длиной метров шестьсот - около полутора млн. м³ льда. Вскипая высокими волнами дробленого грязно-голубого льда, гигантский поток устремился вниз. Он состоял из трех валов: первый низкий, смешанный с водой; второй значительно плотнее и выше, высотой до шестидесяти метров и, наконец, третий, из почти сухого льда. При своем движении ледяной поток сдирал дерн со склонов.

Долина реки Каудаль на протяжении почти двух километров оказалась засыпанной слоем битого льда. Однако река быстро проложила себе путь сквозь ледяной завал, накопления воды не произошло, сток стабилизировался, а укоротившийся Дидаль продолжал наступать, проходя по 20-30 метров в сутки, постепенно заполняя опустевшее ледниковое ложе.

К середине сентября он достиг длины, при которой произошел обвал, однако на этот раз никаких чрезвычайных явлений не произошло. Видимо, приползший сверху лед оказался прочнее предыдущего, кроме того, похолодало, таяние льда уменьшилось, река обмелела.

Даже на следующий год, когда ледник успокоился и стал двигаться с обычной скоростью, были видны следы его подвижки. Поверхность Дидалья осела на 20-50 метров, в его верховьях образовались отвесные ледяные ступени и обрывы высотой до 60

метров, ширина ледника уменьшилась. А ледяной завал на реке Каудаль таял в течение двух лет.

При обработке материалов наблюдений оказалось, что впервые о Дидале упомянул в своей книге "Горная Бухара" известный исследователь Средней Азии В.И. Липский. В его книге приведена фотография этого ледника, судя по всему, после очередного "броска": заметны следы оседания на бортах и многочисленные трещины. Липский писал: "Мне сообщили, что семь лет назад тут был страшный снежный обвал, погребший четырех пастухов, несколько собак и около 100 овец".

Очевидно, это был обвал не снега, а льда. Поэтому можно назвать еще одну дату подвижки и обвала ледника - 1890 год. Местные старожилы вспоминают, что подвижка ледника была и в 1926 году. Значит, между подвижками у Дидала проходит 36-48 лет, пока не накопится определенная, критическая масса льда.

Кроме того, как уже указывалось выше, большую роль при подвижке ледника Дидала играет внутрiledниковая талая вода, разрыхляющая лед и подмывающая ледник снизу.

Пульсирующие ледники Сауксая

В семидесятых годах с орбитальной космической станции "Салют" на южном склоне Заалайского хребта в верховьях реки Сауксай была обнаружена целая группа пульсирующих ледников: Вали, Малый Саукдара, Дзержинского.

Как удалось установить впоследствии, ледник Малый Саукдара (длиной 14,3 км и площадью 23,5 км²) начал свое движение в 1972 году, за год удлинился на 600 метров, за второй год - еще на 700 метров. Общая продолжительность его наступления составила 3,5 года.

Пульсация ледника Дзержинского (длиной 14,9 км и площадью 19 км²) также началась в 1972 году. За первый год он удлинился на 580 метров за второй год - еще на 620 м. Общая продолжительность его наступления составила около 4 лет.

Ледник Вали (длиной 7,6 км и площадью 11,9 км²) начал наступать только в 1973 году. Продолжительность его наступления составила около двух лет. За это время ледник удлинился на 1300 м.

Общий прирост площади у всех ледников составил $3,3 \text{ км}^2$, то есть 6% от первоначального. Всего в долину Саукся было вынесено почти 220 млн. км^3 льда. В отличие от Медвежьего и Дидаля, период наступления которых не превышал год, эти ледники наступали в несколько раз дольше: от нескольких до десятков лет и более. Существует вероятность, что под влиянием глобального изменения климата пульсация этих ледников станет более заметна и интенсивна.

В связи с тем, что в верховьях Саукся нет ни дорог, ни населенных пунктов, никакого ущерба подвижка этих ледников в прошлые годы не нанесла.

5. Влияние изменения климата на динамику оледенения

Как указывалось выше, мы живем в термезскую, самую теплую фазу позднего голоцена. В настоящее время усиленная деградация оледенения объясняется сочетанием естественного температурного тренда с парниковым эффектом, который вызван накоплением парниковых газов в атмосфере вследствие сжигания минерального топлива. А повышение содержания только двуокси углерода в атмосфере на 10% повышает среднюю глобальную температуру воздуха на $0,3^\circ\text{C}$.

Следует отметить, что при повышении температуры увеличивается количество талой воды под ледниками, лед становится более "текучим", возрастает скорость движения ледника, то есть обмен вещества в нем. А так как приход меньше расхода, то деградация идет быстрее. Это второй фактор, кроме таяния, способствующий сокращению оледенения.

За XX век площадь оледенения Кавказа уменьшилась на одну треть, а объем льда сократился вдвое. В Узбекистане ледник Абрамова (Алайский хребет) за 31 год, с 1967 по 1999 годы отступил на 500 метров и потерял 18% своей массы. К 2020 году ожидается потеря еще 17% массы – это уже треть объема ледника, довольно крупного (его площадь $22,5 \text{ км}^2$), по среднеазиатским масштабам.

Ледники нашей республики расположены на километр - два выше кавказских, в более холодной зоне, однако климат нашей республики суше и жарче, поэтому деградация ледников в Таджикистане идет также интенсивно. Как подсчитали

сотрудники Среднеазиатского научно-исследовательского гидрометеорологического института (САНИГМИ), площадь ледников Гиссаро-Алая за 22 года (1957-1979 гг.) сократилась на 17% (с 2184 км² до 1842 км²), а к концу 20 века – на 28%. Объем льда за те же 22 года уменьшился на треть (со 105 км³ до 88 км³), а к концу века - наполовину, как на Кавказе. Ниже приведены данные об отступлении отдельных ледников Таджикистана (таблица 2).

Таблица 2

Изменение объема ледников Таджикистана

№ п/п	Название ледника	Период наблюдений	Общий объем, млн. м ³	Изменение объема ледника		
				за период, млн. м ³	% от общего объема	
					За период	за год
1	Федченко	1978-88	144360	1,8	0,0013	0,00013
2	Скогач	1969-86	1200	98,8	8,2	0,5
3	Диходанг	1968-85	48	15,1	31,5	1,2
4	ГГП	1958-86	11	3,9	36,1	2,1
5	№ 507	1975-86	16	3,2	20,0	1,8
6	№ 517	1975-86	19	2,8	14,8	1,4

И с т о ч н и к : Главтаджикгидромет

Ледники бассейна р. Зеравшан

Ледник Зеравшанский

Ледник расположен на стыке Зеравшанского и Туркестанского хребтов и дает начало одной из главных рек не только Республики Таджикистан, но и всей Средней Азии – Зеравшану. Это сложно-долинный, или дендритовый ледник, длиной 27,8 км, площадью 38,7 км², и с притоками 132,6 км². Высота языка ледника 2810 м над уровнем моря. Морены занимают 10 км², а вместе с притоками - 24 км².

Наблюдения за расходом реки Зеравшан начаты на водомерном посту Дупули еще в конце XIX века, детальные наблюдения за ледником Зеравшанским начаты с 1927 года. И, по сообщениям исследователей, все время ледник находился в стадии деградации. По видимому, наибольшую длину и самое низкое положение языка ледник имел в конце XIX века, так как в 1927 году вал конечной морены находился примерно в полукилометре от конца ледника.

С 1927 по 1961 год ледник отступил на 280 м со средней скоростью 8 м/год, освободив 60 км².

С 1961 по 1976 годы ледник отступил на 980 м, средняя скорость отступления составила 65 м/год, что объясняется отделением и отмиранием больших массивов льда.

С 1976 по 1991 годы ледник отступил еще на 1092 метра со средней скоростью 73 м/год. С 1927 по 1976 годы ото льда освободилось 1,19 км², причем, только с 1961 г. - 0,93 км².

Таким образом, ледник находится в стадии активной деградации, скорость его отступления, процесс разрушения ледника увеличиваются с каждым десятилетием.

Ледник Рама

Ледник Рама расположен на южном склоне Туркестанского хребта в верховьях реки Зеравшан в узком скалистом ущелье. Это ледник долинный, его длина 8,9 км, площадь 22,3 км², высота конца языка 3500 м над уровнем моря. Мореной покрыто 3 км².

Как и все другие ледники бассейна реки Зеравшан, ледник Рама отступает. С 1929 по 1975 год ледник отступил на 320 метров, освободив ото льда 0,12 км². При этом до 1948 года он отступал со средней скоростью 4 м/год, а после – до 9 м/год.

С 1976 по 1991 год ледник отступил еще на 356 м, при этом отступление происходило сначала со скоростью 15 м/год, а последние три года – 60 м/год, что объясняется отделением и таянием отдельных ледяных блоков. При этом освободилось еще около 30 км².

Ледник Тро

Ледник находится на южном склоне Туркестанского хребта в истоках Зеравшана. Ледник долинный, его длина 3,0 км, площадь

2,2 км², высота языка 3920 м над уровнем моря. Язык ледника зарывается в конечную морену.

Наблюдения за ледником начаты в 1959 году.

Ледник находится в стадии деградации, его поверхность оседает в среднем на 1 м в год. Язык ледника отступал с 1976 по 1988 год в среднем по 1-2 м/год, однако с 1988 по 1990 год отступил на 61 м, то есть по 30 м/год, а с 1990 по 1991 год отступил еще на 23 м. Таким образом, можно сделать вывод, что процесс деградации ледника к концу двадцатого века постепенно усиливался.

Ледник Дихаданг

Ледник расположен в бассейне реки Зеравшан на северном склоне Зеравшанского хребта. Ледник долинный, его длина 2,2 км, площадь 2,0 км², покрыт мореной 0,3 км². Высота языка ледника 3600 м над ур.м. Наблюдения за ледником начаты в 1959 г.

С 1977 по 1991 год ледник отступил на 180 метров. Средняя скорость отступления - 13 м/год. Однако, как у других ледников, эта скорость увеличивалась к концу прошлого века: только с 1990 по 1991 год ледник Дихаданг отступил сразу на 60 метров, что говорит об усилении процесса деградации. Кроме того, поверхность ледника оседает за счет таяния в среднем на 1 метр в год.

Ледник ГПП (Гидрографической партии)

Ледник каровый, расположен на северном склоне Гиссарского хребта в бассейне реки Сарытаг, впадающей в озеро Искандеркуль. Длина ледника 1,16 км, площадь 0,54 км², средняя ширина 0,47 км. Конец ледника лежит на высоте 3320 метров над ур.м.

Первые наблюдения на леднике проведены в 1968 году, а в период 1971-1974 гг. на леднике каждое лето работала комплексная гляциологическая экспедиция ГПП Управления Гидрометслужбы ТаджССР, в честь которой ледник и получил свое название.

Ледник находится в стадии деградации. С 1968 по 1976 год он отступил на 18 метров со средней скоростью 2,2 м/год. При этом он потерял 3100 м² площади, его поверхность понизилась на 3,6-4,0 метра.

Затем скорость его отступления увеличилась: с 1982 по 1990 год ледник отступил на 63,1 метра со средней скоростью 7,9 метра в год.

С 1968 по 1986 год из общего объема 11 млн. м³ ледник потерял 3,9 млн. м³, т. е. 36,1%. Средняя потеря массы за год составила 2% в год.

За 1989-1990 гг. ледник отступил на 12 метров и осел на 4 метра, потеряв более млн. м³ льда.

В настоящее время его деградация несколько замедлилась, ледник отступает примерно на 1 метр в год.

Таким образом, как и все остальные ледники бассейна реки Зеравшан, ледник ГПП интенсивно деградирует, теряя массу как в результате отступление языка, так и в результате таяния льда с поверхности.

Ледники южного склона Гиссарского хребта

Ледник Якарча

Ледник расположен в бассейне Майхуры - правой составляющей р. Варзоб. С севера и запада бассейн ограничен Гиссарским хребтом, а с юга – его отрогом, хребтом Осман-тала.

Якарча является карово-долинным ледником длиной 1,15 км, площадью 0,54 кв. км, его средняя ширина 470 метров, высота языка - 3880 метров над уровнем моря. Такие маленькие ледники очень активно реагируют не только на изменение климата, но и на погоду одной зимы. Одна многоснежная зима может не только замедлить отступление ледника, но даже явиться причиной его наступления на несколько метров.

С 1972 по 1977 гг. ледник Якарча отступил на 25 м со средней скоростью отступления 5 м/год. За 1983-1986 гг. он отступал в левой части со скоростью 2-4 м/год, в средней части 1-2 м/год.

В настоящее время он отступает на 2-3 м/год, при этом его поверхность оседает в среднем на 3 м/год. Таким образом, ледник теряет массу, как за счет сокращения длины, так и за счет уменьшения толщины.

Толщина ледника Якарча не более 50 метров, поэтому для него более опасно таяние с поверхности, чем отступление языка.

Ледники бассейна р. Сурхоб

Ледник 503 (Кызылкуль)

Ледник расположен на северном склоне хребта Петра Первого в бассейне реки Шурак Восточный. Длина ледника 2,5 км, площадь 0,9 км², его язык лежит на высоте 3000 м над уровнем моря.

С 1975 по 1990 год ледник отступил на 80 м со средней скоростью 5,6 м/год, потеряв 2,4% площади.

Ледник 507

Ледник лежит на северном склоне хребта Петра Первого у истоков реки Шурак Восточный. Ледник долинный длиной 2,2 км, его площадь 0,7 км², а язык лежит на высоте 2800 м над уровнем моря. Почти весь ледник покрыт мореной. Есть сведения, что в начале пятидесятых годов ледник наступал.

С 1975 по 1986 годы из общего объема ледника (16 млн. м³) растаяло 3,2 млн., то есть 20%. Ежегодно ледник терял 1,8% своей массы. Его язык в настоящее время отступает со средней скоростью 4 метра в год.

Ледник 517

Ледник расположен на северном склоне хребта Петра Первого в бассейне безымянного левого притока реки Сурхоб. Ледник долинный, его длина 2,9 км, площадь 0,9 кв. км, язык лежит на высоте 2320 м над уровнем моря.

С 1975 по 1986 год из общего объема ледника (19 млн. м³) растаяло 2,8 млн. м³, то есть 14,8%. В год ледник теряет 1,4% массы.

С 1976 по 1990 год ледник отступил на 130 метров со средней скоростью 8,6 м/год.

Таким образом, можно сделать вывод, что все три ледника находятся в состоянии интенсивной деградации, особенно за счет таяния их поверхности, поэтому вскоре, при прогнозируемом изменении климата они могут полностью исчезнуть.

Ледники бассейна р. Муксу

Ледник Федченко

Самый большой в Таджикистане и крупнейший в мире горный ледник Федченко находится в горах Северо-западного Памира. С запада его ограждает хребет Академии Наук, с юга – хребет Язгулемский, с востока – хребты Высокая стена, Арал и Кыз-Курган. Ледник сложно-долинный, имеющий много притоков. Длина ледника 77 км, средняя ширина 2 км, максимальная ширина 5 км, площадь 156 км², а со всеми притоками - 824,1 км². Максимальная толщина льда - 1 км, объем ледника с притоками - 144 км³. Начинается он на высоте 6200 м над уровнем моря, язык его находится на высоте 2909 м. Из ледника Федченко вытекает р. Сельдара, которая, сливаясь с реками Баляндкиик, Каинды и Сауксай, дает начало реке Муксу (фото 5).

В 1910-1913 гг. ледник Федченко наступал и продвинулся на 800-1000 м. В 1914 г. ледник перегораживал долину р. Баляндкиик и упирался в ее правый скалистый склон, в результате чего река текла подо льдом толщиной 50 м.

После началось отступление ледника, продолжающееся до настоящего времени. С 1928 по 1960 год он потерял почти все



Фото 5. Ледник Федченко — самый большой из ледников Таджикистана.

правые притоки, ставшие самостоятельными ледниками: Косиненко, Улугбека, Алерт и другие. У них появились свои конечные морены, свои гроты, из которых вытекают потоки, размывающие главный ледник.

С 1928 по 1958 год ледник отступил на 460 метров, потеряв 8 км² своей площади.

С 1955 по 1978 год он отступил на 247 метров, потеряв 0,91 км² площади.

С 1979 по 1991 год ледник отступил на 240 м, потеряв 2,3 км² площади. В итоге за 63 года он отступил на 947 м, потеряв 11,2 км² площади.

Последние десятилетия ледник Федченко отступает со скоростью 20 метров в год, его поверхность оседает: с 1976 по 1991 год - на 15 м в нижней части ледника, с 1976 по 1980 год она оседала на 2,3 м/год. Позднее оседание уменьшилось до 0,5 м/год.

В 1979 году толщина языка ледника Федченко составляла 40-45 м, а в 1998 году – всего 20-25 м. Даже в 20 км от конца ледника, в районе его большого правого притока – Бивачного, ледник Федченко осел за это время на 9 м.

В настоящее время нижняя часть ледника на протяжении 6-8 км представляет собой мертвый лед, разбитый трещинами, покрытый многочисленными ледяными озерами, что свидетельствует о продолжающейся деградации этого самого крупного в Таджикистане и Центральной Азии ледника.

Но в связи с тем, что ледник имеет северную экспозицию, он отступает и тает медленнее, чем ледники Гармо или Зеравшанский.

Ледники бассейна р. Обихингоу

Ледник Гармо

Ледник расположен в самых истоках Обихингоу на стыке хребтов Петра Первого, Академии Наук и Дарвазского. Вытекающая из ледника река Гармо, сливаясь с реками Бохуд и Киргизоб, дает начало реке Обихингоу. Ледник Гармо сложно - долинный, имеет много притоков. Длина ледника 30,4 км, площадь 114,6 км². Конец ледника расположен на высоте 2970 м над ур.м.

Наблюдения за ледником начаты в 1940 году. Они показали, что ледник находится в состоянии деградации. С 1940 по 1957 год

ледник отступил на 2,6 км, потеряв при этом $2,8 \text{ км}^2$ своей площади. Затем в течение семи лет он находился в состоянии равновесия. С 1964 по 1976 год ледник отступил на 240 м, освободив $0,31 \text{ км}^2$ ото льда. С 1974 по 1985 год он отступил еще на 96 м, скорость его отступления составила 8,7 м/год.

В 1985-1990 гг. поверхность ледника осела на 13 метров, от его языка отделился ледяной массив площадью $3,5 \text{ км}^2$ и длиной 3600 метров. Сейчас этот мертвый лед интенсивно тает. На поверхности языка ледника Гармо появилось много озер (10 озер на протяжении 7 км).

Сейчас этот ледник отступает со скоростью около 9 м/год, его поверхность оседает в среднем на 4 м/год.

Таким образом, когда отступление сопровождается расколом на отдельные блоки, происходит активная деградация ледника. В ближайшие годы от ледника Гармо, как и от ледника Федченко, начнут отделяться его притоки, что ускорит процесс деградации.

Уменьшение площади ледника Гармо в ближайшие годы начнет сказываться на режиме Обихингоу.

Ледник Скогач

Ледник расположен в бассейне реки Обихингоу на северном склоне Мазарского хребта, который является крупным отрогом Дарвазского хребта. Вытекающая из ледника река Скогач впадает в реку Бохуд.

Скогач - долинный ледник, его длина 12,0 км, площадь $12,6 \text{ км}^2$, объем льда $1,2 \text{ км}^3$. Язык ледника расположен на высоте 3050 м над уровнем моря. Мореной покрыто $1,1 \text{ км}^2$ поверхности ледника (фото 6).

С 1969 года в течение ряда лет на леднике проводились гляциологические наблюдения 2 класса специалистами Главтаджикгидромета.

Общее отступление ледника Скогач с 1969 по 1976 год составило 76 м, в среднем по 11 м/год. С 1975 по 1991 год он отступил еще на 67 метров со средней скоростью 4,2 м/год. При этом только в 1991 году он отступил сразу на 10 метров.

За период с 1969 по 1986 год ледник потерял 98,8 млн. м^3 льда, что составляет 8,2% его общей массы, в среднем за год по 0,5% массы.



Фото 6. Ледник Скогач.

Ледник Мазарский

Ледник расположен в истоках реки Оби-Мазар, большого левого притока Обихингоу. Он стекает с северного склона Дарвазского хребта. Ледник долинный, его длина 16,8 км, площадь 18,5 км², из них покрыто мореной 4,0 км². Высота языка 3200 м над уровнем моря. Наблюдения начаты в 1958 г.

С 1958 по 1976 год ледник отступил на 210 м, в среднем по 10 м в год, освободив ото льда 0,11 км². С 1975 по 1990 год он отступил еще на 261 м со скоростью 16,3 м/год.

С 1987 по 1990 годы он отступил еще на 40 м со скоростью 13 м/год, освободив 0,019 км².

Ледники Восточного Памира

Ледник Малый Октябрьский

Ледник расположен на южном склоне Заалайского хребта в бассейне озера Каракуль. Ледник долинный, его длина 8 км,

площадь 11,8 км², его язык расположен на высоте 4570 м над уровнем моря. Ледниковый язык покрыт мореной, что не позволяет точно определить его границы.

Ледник Малый Октябрьский медленно отступает. С 1960 по 1975 г. он отступил на 150 метров, средняя скорость его отступления составила 10 м/год.

Ледник Акбайтал

Ледник находится на северном склоне хребта Музкол в бассейне озера Каракуль. Ледник долинный, его длина 4,6 км, средняя ширина 1,2 км, площадь 5,58 км². Язык лежит на высоте 4750 м над уровнем моря. Конец ледника покрыт мощной мореной, поэтому определить его границы трудно.

Съемки ледника проводятся с 1960 года. В настоящее время он отступает на 2-5 м/год.

Ледник Бакчигир

Ледник расположен в бассейне реки Гунт на северном склоне Южно-Аличурского хребта. Ледник долинный, его длина 5,9 км, средняя ширина 1,7 км, площадь 11,6 км², язык ледника находится на высоте 4430 м над уровнем моря. Наблюдения за ледником ведутся с 1960 г.

Ледник находится в стадии деградации. За период наблюдений его поверхность понизилась на 5 метров, с 1960 по 1990 год он отступил на 530 метров со средней скоростью 17,7 м/год, площадь его уменьшилась на 3,5%.

Следует отметить, что сокращение объема небольших ледников происходит с гораздо большей интенсивностью, чем уменьшение их площадей. Некоторые из них теряют 20 - 30% объема при практически неизменной площади. Причина заключается в том, что перепад высот между истоком и концом у небольших ледников составляет порой всего несколько десятков метров, в то время как у ледника Федченко он измеряется километрами. Поэтому процесс таяния охватывает весь ледник, понижение его уровня происходит по всей площади.

Недостаток данных не позволяет привести изменение объема ледников за XX век.

6. Прогноз процесса деградации ледников

Выше водомерного поста Худгиф площадь оледенения Зеравшана составляет 25% от площади бассейна. За 1982-92 годы среднегодовой расход Зеравшана на этом посту уменьшился с 36,8 до 29,8 м³/сек, то есть на 20%. При этом заметных изменений в режиме осадков не наблюдалось, зато средняя температура воздуха в период абляции повысилась на 0,9°С (с 13,2°С до 14,1°С). Специалисты САНИГМИ считают это доказательством влияния уменьшения площади оледенения на сток, хотя с выводами спешить не следует.

В первую очередь процессы деградации ледников скажутся на водности рек с высокой долей ледникового стока, однако при дальнейшем потеплении климата следует ожидать негативных последствий и для многих других рек Таджикистана.

Подавляющее большинство рек республики имеет ледниково-снеговое или снегово-ледниковое питание, поэтому уменьшение доли ледникового стока и качественно и количественно изменит их гидрологический режим, причем, в худшую сторону.

Все четыре варианта изменения климата предусматривают повышение средней температуры воздуха на 2,0-2,5°С за полвека. Иначе обстоит дело с количеством осадков. Одни считают, что оно увеличится, другие прогнозируют его уменьшение. Академик В. М. Котляков считает, что увеличение осадков произойдет южнее 30° и севернее 50° северной широты, а в Средней Азии (около 40° с.ш.) возможно их уменьшение. Кроме того, увеличение количества осадков, прогнозируемое некоторыми моделями, незначительное, и никак не компенсирует деградацию оледенения в результате повышения температуры воздуха.

При прогнозе отступления ледников учитывалась величина уже происшедшей их деградации за определенный период. Принималось во внимание, с какой скоростью происходит отступление ледников и оседание их поверхности в настоящее

время. Очень большую трудность представляет определение объема льда, так как неизвестна средняя толщина ледников Таджикистана. До 2000 года объем ледников республики считался равным 470 км³, однако по последним подсчетам гляциологов Института географии РАН он равен 567 км³. Так же различны и прогнозы деградации оледенения Средней Азии на ближайшие полвека, составленные разными учеными, поэтому приходилось их усреднять, отбрасывая наиболее экстремальные.

Чтобы выяснить, насколько увеличится деградация оледенения, нами был произведен следующий подсчет. На каждый градус положительной среднесуточной температуры на леднике тает 7 мм льда. Если температура за полвека в среднем будет выше нынешней на 1,5°C, а продолжительность периода абляции составит 100 дней, то:

$$7 \cdot 1,5 \cdot 100 = 1050 \text{ мм} \approx 1 \text{ м}$$

Значит, ледники в зоне абляции дополнительно будут терять ежегодно 1 метр льда. Если зону абляции принять за половину площади всех ледников, то за год они станут терять дополнительно по 4 км³ льда, а за 50 лет потеряют 200 км³, то есть 36% своей массы. Это касается, в первую очередь, небольших ледников, которые по площади составляют 15% всего оледенения, а по количеству - около 80%. Их толщина обычно не превышает 50-60 метров. Если эта толщина опускается до 15 метров, то ледник начинает интенсивно таять как сверху, так и снизу и исчезает за несколько лет.

В связи с потеплением в последние годы, таяние снега в горах начинается не с 1 марта, как раньше (цифра осредненная), а с 15-20 февраля. В результате снежный покров сходит раньше, и, соответственно, раньше начинается период абляции на ледниках. Увеличение продолжительности абляции явится дополнительным фактором, усиливающим деградацию оледенения.

В таблице 3 приводится предварительный прогноз возможного изменения отдельных ледников республики на период до 2050 г.

Таблица 3

Возможные изменения отдельных ледников Таджикистана на период до 2050 г.

№ п/п	Название ледника	Сокращение длины (км)	Сокращение площади (км ²)	Сокращение объема (%)
1	Зеравшанский	4 – 5	25 – 30	30 – 35
2	Рама	1,5 - 2,0	3,0 - 3,5	25 – 30
3	Тро	0,5 - 1,0	1,0 - 1,2	30 – 35
4	Дихаданг	1,2 - 1,5	1,0 - 1,5	более 50
5	ГГП	Полностью растает до 2030 года		
6	Якарча	Полностью растает до 2030 года		
7	503, 507, 517	Полностью растают до 2030 года		
8	Федченко	8	15 - 20	3 – 5
9	Гармо	7 – 8	30 - 40	25 – 35
10	Скогач	0,5 - 1,0	1	30 – 35
11	Мазарский	1,5 - 2,0	2 – 3	30 – 35
12	Бакчигир	1,5 - 2,0	2 – 3	35 – 40
13	Малый Октябрьский	1,0 - 1,5	2 – 3	25 – 30
14	Акбайтал	0,5 - 1,0	1,0 - 1,5	30 – 40

И с т о ч н и к : Главтаджикгидромет

Бассейн р. Зеравшан

Если менее чем за полвека бассейн потерял треть площади оледенения и половину объема льда, то логично предположить, что до 2050 года его оледенение исчезнет полностью. Однако этого не произойдет, так как по мере отступления концов ледников все выше и выше, в более холодные зоны (а на каждый километр подъема становится холоднее на 6-7°C), процесс таяния будет замедляться.

Поэтому можно считать, что за полвека растают и исчезнут сотни ледников площадью менее 1 км² и толщиной менее 60 метров, в том числе ледники ГГП, Дихаданг. Более крупные ледники потеряют от 20 до 30% своей массы и отступят вверх на 200-300 метров по вертикали. Площадь оледенения бассейна за пятьдесят лет уменьшится еще на 20-25%, а объем льда – на 30-35%. В результате ледниковый сток сократится вдвое. Р. Зеравшан и ее верхние притоки превратятся из рек с ледниково-снеговым питанием (ледниковый сток за июль - сентябрь более 38%) в реки со снежно-ледниковым питанием.

Южный склон Гиссарского хр.

Ледник Якарча и другие ледники бассейна Варзоба, а также Ханаки, Каратага и Кафирнигана исчезнут, так как их площадь и толщина незначительны. В результате уменьшится летний, ледниковый сток этих рек, на смену снегово-ледниковому питанию придет снежно-дождевое и снеговое, когда половодье по рекам прокатывается весной, а летом расход падает (фото 7).

В период июль - сентябрь реки будут питаться только родниками и редкими дождями. Для снабжения города Душанбе воды хватит, а для наполнения Большого Гиссарского и других каналов, для работы Варзобского каскада ГЭС воды, скорее всего, не будет хватать.

Бассейн р. Сурхоб

Небольшие ледники на склоне хребта Петра Первого растают до 2030 года, так как их деградация происходит интенсивно, а толщина льда сравнительно невелика. Исчезнут сотни мелких ледников площадью менее 1 км² и на правом берегу Сурхоба, на



Фото 7. Ледники Гиссарского хребта.

южном склоне Алайского хребта. Полностью растают присклоновые ледники в верховьях Камароу. Площадь оледенения правобережья уменьшится на 15-20%, объем льда – на 25-30%, однако большая часть оледенения сохранится, так как здесь много крупных ледников, расположенных на больших высотах и на затененных склонах северной экспозиции. Оледенение исчезнет в бассейне Сангикара, уменьшится в бассейнах Сарбо и Ярхыча, лучше сохранится в бассейне р. Коксу.

Бассейн р. Муксу

Ледник Федченко потеряет не более 3-5% своей массы, так как имеет очень большой запас холода. Его узел оледенения сохранится еще на несколько веков. Станут короче на несколько километров и сократятся на 15-20% площади крупных ледников бассейна Муксу: Фортамбека, Суграна, Мушкетова, Шагазы и др. В связи с интенсивным таянием возможно временное некоторое увеличение ледникового стока в реке Муксу.

Почти не уменьшится и сток правой составляющей Сурхоба - реки Кызылсу-алайской. Хотя могут исчезнуть некоторые ледники на ее правобережье, на южных склонах Алайского

хребта, однако главное питание она получает от ледников северного склона Заалайского хребта, а они в течение полувека уменьшатся незначительно. Меньше станет их площадь и таяние будет интенсивнее.

Бассейн р. Обихингоу

Вахш рождается слиянием рек Сурхоб и Обихингоу. Деградация оледенения больше в бассейне Обихингоу.

Сильнее всего деградирует главный ледник - Гармо, так как он из-за юго-западной экспозиции сильнее подвержен действию солнечной радиации. За полвека бассейн может потерять до 25% площади оледенения и до 35% объема льда. В связи с этим на 15-20% уменьшится сток реки Обихингоу, особенно в летнее время. Вначале из-за интенсивного таяния ледников, ледниковый сток может и не понизиться, но когда ледники отступят вверх и уменьшится их площадь, это отразится на расходе рек. Мелкие ледники бассейна размером менее 1 км² полностью исчезнут к 2030 году.

Западный Памир

Ледниковый сток прямо влияет на режим рек Ванч и Язгулем, так как сток левой составляющей Бартанга – реки Мургаб, зарегулирован Сарезским озером, а сток Гунта частично зарегулирован озером Яшилкуль.

Западный Памир в течение полувека потеряет все свои ледники площадью менее 1 км², площадь его оледенения уменьшится на 15-20%, а объем ледников – на 20-25%. В верховьях, у истоков всех западнопамирских рек, находятся очень крупные ледники, связанные с самым большим узлом оледенения в Таджикистане, поэтому оледенение Западного Памира, по сравнению с другими районами страны, более стабильно.

Можно предположить, что ледник Медвежий несколько сократится в длину, и его пульсации больше не будут угрожать образованию подпрудного озера. Подтверждение этому - его неполная, короткая подвижка в 2001 году.

На несколько сотен метров сократятся такие большие ледники, как РГО, Абдукагорский, Мазарский, Ракзоу, Грумм-Гржимайло. Их объем уменьшится на несколько процентов, однако это мало повлияет на ледниковый сток.

Ледник Бакчигир в бассейне Гунта потеряет до трети площади и более трети объема. Концы всех ледников за полвека станут выше на 100-200 метров.

Восточный Памир

На Восточном Памире ледники расположены наиболее высоко, климат холодный континентальный, лето короткое, поэтому и деградация оледенения происходит не так интенсивно, как в других регионах. В течение полувека ледники Малый Октябрьский и Акбайтал станут короче на 1-1,5 км. За счет этого, а также за счет таяния поверхности объем льда в них уменьшится на 25-30%. Оба они относятся к бассейну озера Каракуль. В настоящее время приток воды в озеро равен испарению с его поверхности. Если этот баланс будет нарушен, то уровень озера начнет понижаться, а его площадь станет сокращаться.

Общий прогноз

До 2050 года в Таджикистане полностью исчезнут несколько тысяч мелких ледников. Деградация оледенения сильнее всего отразится на стоке рек Зеравшана, Кафирнигана с притоками, Обихингоу. Площадь оледенения страны уменьшится на 20%, объем льда сократится на 25%, однако наиболее крупные, самые главные ледники сохранятся, хотя станут несколько короче, а их языки будут располагаться выше. Ледниковый сток Пянджа почти не изменится, сток Вахша несколько понизится за счет уменьшения стока Обихингоу.

7. Перспективы регулирования ледников

Континентальные перспективы

Потепление климата и вызванная им деградация оледенения - процессы глобальные, охватывающие всю планету, все континенты Земли. Площади оледенения постепенно уменьшаются и в Антарктиде, и в Гренландии, и во всех горных

районах мира, в том числе и в Средней Азии. Через полвека исчезнет оледенение Узбекистана, через полтора века, по подсчетам гляциологов Киргизии, растают все мелкие и средние ледники Тянь-Шаня. И бороться с этим явлением человечество пока не в состоянии. Вместо борьбы необходимо адаптироваться к изменяющейся обстановке, когда одновременно идет повышение средней температуры воздуха и уменьшение оледенения.

Специалисты по оледенению предлагают мероприятия по управлению режимом горных ледников. Однако при детальном рассмотрении оказывается, что почти все они непригодны для условий Таджикистана:

1. Искусственное увеличение осадков находится пока еще в стадии разработки. В разгар лета при высокой температуре и низкой влажности воздуха вызвать осадки искусственным путем в Средней Азии практически невозможно.

2. Искусственный сброс лавин применяется в наше время только на некоторых автодорогах и рудниках, применить же его во всех горных районах Таджикистана невозможно. При уменьшении количества осадков в виде, уменьшится и число лавин.

3. Совершенно нереально защищать ледники от таяния теплоизоляцией. Потребуется покрыть тысячи квадратных километров льда. Где взять столько теплоизоляции, как ее доставить на ледники, как регулировать интенсивность таяния? На все эти вопросы ответа нет.

4. Намораживание за зиму дополнительных наледей путем создания мелких искусственных озер ниже ледников, так же не выдерживает критики. В горах Таджикистана не бывает таких продолжительных и сильных морозов, подобных сибирским, (за исключением отдельных районов Восточного Памира), которые могли бы наморозить наледь, объемом в миллионы м³. Среднеазиатское солнце настолько жаркое, что растопит все наледь еще в марте.

5. Защита ледников в теплое время года от интенсивного таяния путем образования над ними плотного белого дыма или густого тумана технически очень трудна, а для больших ледников практически невозможна. При этом не учитывается, какой вред будет нанесен фауне и флоре высоко-горья, если над альпийскими и субальпийскими лугами в течение нескольких летних месяцев будет висеть пелена дыма или тумана. А главное

в том, что в разгар лета практически единственным источником влаги у нас являются ледники.

6. Размораживание ледников, то есть искусственное усиление их таяния для увеличения стока рек, приведет только к их быстрой деградации и исчезновению.

Региональные и локальные перспективы

Таким образом, почти все перечисленные мероприятия по регулированию таяния льда не годятся для условий Таджикистана.

Исключение составляет лишь "аккумуляция осеннего стока в буферной емкости", то есть создание в горах водохранилищ. Они должны накапливать талую воду в межсезонье, когда она не требуется полям. Желательно, чтобы поверхность водохранилища была как можно меньше, а глубина как можно больше: это уменьшает потери на испарение. В то же время водохранилища должны быть безопасными, в случае прорыва (обвалы, оползни, селевые потоки, разрушение плотин землетрясением), ущерб должен быть минимальным. Такие плотины можно создавать методом взрыва или строить капитальные, из железобетона, с аварийным сбросом, на случай переполнения. Водоохранилища без ГЭС, предназначенные только для орошения, уже существуют в нашей республике: Сельбурское, Муминабадское, - однако они расположены в долинах.

Второй способ борьбы с маловодьем, вызванным деградацией оледенения, это строительство насосных станций, подающих воду из больших рек на террасы и склоны.

Третий способ – более подробное изучение залежей и более широкое использование подземных вод. Естественными хранилищами таких вод являются аллювиальные породы, флювио-гляциальные отложения, большие старые осыпи, массивы известняков и т. п. Здесь еще есть неиспользованные резервы.

И, конечно, один из главных – это водосберегающее, экономное орошение: закрытые акведуки, дюкеры, арыки, замена всей технологии нашего сельского хозяйства более современной, применяемой в странах Ближнего и Среднего Востока с жарким аридным климатом и небольшим количеством осадков.

© Главное управление по гидрометеорологии
и наблюдениям за природной средой
Министерства охраны природы РТ
734025 г. Душанбе, ул. Шевченко 47,
тел. (992 372) 21-41-24, 21-52-91,
fax: (992 372) 21-55-22, 27-61-81
E-mail: meteo@tjinter.com