

А. Н. Диких

О ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ ЛЕДНИКОВ ПЛОСКИХ ВЕРШИН (На примере ледника Григорьева)

В октябре 1962 г. гляциологическим отрядом Тянь-Шаньской станции проводилось маршрутное термозондирование плосковершинного ледника Григорьева. По типу льдообразования этот ледник относится к инфильтрационно-конжеляционному. Описание его дано в работе Г. А. Авсюка [1].

Определение температур велось в пяти пробуренных по продольному профилю ледника скважинах, из которых три десяти-, одна двадцати- и одна тридцатиметровая. Десятиметровые скважины бурили в течение одного дня и по мере углубления в лед брали отсчеты температуры льда. Двадцати- и тридцатиметровые бурились в течение двух дней, в первый день — до глубины 15 м, во второй — остальная часть скважины. Когда скважину оставляли на ночь, отверстие закрывали кошмой и сверху засыпали снегом мощностью 60—70 см. Бурение вела ручным буром бригада из трех человек.

Определение температур мы проводили при термозондировании с помощью моста сопротивления типа МТВ с подключенным гальванометром, датчиком служил полупроводниковый термозонд, изготовленный в Институте географии АН СССР.

При исследовании глубоких горизонтов льда на этом леднике обнаружены необычные для ледников Тянь-Шаня низкие температуры.

Для ледника Григорьева, находящегося во внутренних районах высокогорного Тянь-Шаня, характерны суровые климатические условия. Значительные высоты (более 4200 м) и внутригорное расположение района предопределили круглогодичные отрицательные температуры воздуха. Метеорологическая станция Тянь-Шань (вблизи ледника Григорьева, на высоте 3600 м) имеет среднеиюльскую температуру воздуха $4^{\circ},5$. Учитывая летний градиент температур $0^{\circ},6$ на сто метров поднятия, легко подсчитать, что на высоте 4200 м, являющейся средней частью языка ледника Григорьева, отрицательные температуры отмечаются весь год.

Район этого глетчера характеризуется незначительным количеством осадков — 295 мм. Их распределение по сезонам года очень неравномерно. Зимние месяцы отличаются малым количеством, как правило, с ноября по февраль всего лишь до 16 мм, а среднемесячная величина в этот период колеблется в пределах 2—6 мм. В весеннее время наблюдается увеличение количества осадков с достижением максимума в июне—июле. Амплитуда имеет очень широкие пределы — от 22 до 98 мм при среднемесячной величине 50 мм. Осадки выпадают с малой интенсивностью — 0,1—0,5 мм, следовательно, продолжительное время, а отсюда имеет ме-

сто значительное количество облачных дней. В летний период характерна облачность нижних ярусов.

Первоначальный запас холода был аккумулирован ледником в результате суровых климатических условий. В дальнейшем с образованием ледниковой толщи потепление глетчера не происходит из-за того, что умеренное количество осадков в начале зимы (сентябрь—октябрь) и ясные очень морозные дни способствуют значительному охлаждению ледниковой поверхности и проникновению холода в нижние горизонты. Достаточно мощный снеговой покров в весеннее время, несмотря на повышение температуры воздуха, предохраняет глетчер от прогревания. Запас холода достаточен, чтобы способствовать образованию нового льда из талых вод, фильтрующихся в нижние горизонты снежной толщи. Гладкая покатая поверхность ледника благоприятна для стока талых вод по ней, а это, как отмечает Г. А. Авсюк, также заметно сказывается на формировании температурного режима ледников. Вместе с талой водой уносится значительное количество тепла.

Другим не менее важным фактором, влияющим на формирование температурного режима, является скорость движения и мощность ледника. По теоретическим расчетам, разогревание через внутреннее трение (при движении глетчера) может достигать $0^{\circ},47$ на каждые 100 м [2].

Скорости движения ледников плоских вершин очень малы — не превышают десятка метров в год. Естественно, что такие малые скорости практически не влияют на распределение температур, тем более, что в отдельных частях глетчера они имеют величину порядка 2—3 м в год.

Мощность ледника Григорьева также почти не меняет температурного режима, так как она невелика.

Замеры температур льда мы проводили в пяти скважинах, на высотах 4170, 4250, 4293, 4305 и 4420 м. Перепад высот между первой и пятой скважинами составил 250 м, расстояние между этими скважинами 1660 м. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение температур с глубиной на леднике Григорьева

Абсолютные высоты скважин, м	Г л у б и н а с к в а ж и н, м											
	0,00	0,25	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25	30
4170	—4,7	—3,5	—2,8	—3,1	—3,1	—4,1	—4,9	—5,4				
4250	—5,2	—4,8	—4,6	—4,3	—4,1	—5,7	—6,2	—6,7				
4293	—6,2	—5,4	—5,4	—5,3	—5,0	—5,4	—6,2	—6,7	—6,1	—5,2		
4305	—6,3	—3,6	—3,8	—3,8	—3,7	—4,8	—5,6	—6,2				
4420	—6,8	—5,0	—4,3	—4,3	—3,7	—4,5	—5,4	—5,8	—5,1	—4,2	—3,8	—3,1

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что выявленное нами распределение температур в верхних горизонтах является переходным от летней стратификации к зимней. Десятиметровая отметка, по-видимому, представляет собой глубину, отражающую среднегодовую температуру воздуха над ледником.

Краткосрочные наблюдения не дают возможности определить общие закономерности распределения температур в толще глетчера. Однако удается выделить пять зон, характерных для периода переходной стратификации.

1. Поверхностная зона контрастных температур мощностью 0,5—1,0 м. Для нее характерно резкое изменение температур с глубиной.

2. Зона стационарных температур, находящаяся на глубине от 0,5—1,0 до 2,5 м. Почти на всех скважинах, за исключением пятой, колебания не превышают 0,2—0°,3, хотя в различных частях этой зоны они достигают 2,0—2°,5.

3. Холодная срединная зона простирается от 2,5 до 10 м. Отмечается неуклонное понижение температур до глубины 10 м.

4. Зона выравнивающихся температур льда прослеживается от 10 до 40 м. Наблюдается сравнительно плавное их повышение.

5. Глубинная зона постоянной температуры находится ниже 45—50 м и характеризуется, по-видимому, показателями порядка —1,0—0°,8.

Следует отметить, что нижний предел зоны выравнивающихся температур (40—45 м) нами определен путем экстраполяции их градиентов. Стоит особо отметить величины градиентов с изменением высоты. Так как до глубины 10 м они в основном имеют отрицательные значения, рассмотрим изменение их с глубины 10 м.

Для сравнения приведем градиенты температур, полученные на леднике Туюк-Су [3] при измерении температур в 52-метровой скважине (табл. 2).

Таблица 2
Изменение градиентов температур
с глубиной

Горизонт, м	Ледник Григорьева	Ледник Туюк-Су
10—15	0,0014	0,0014
15—20	0,0018	0,0008
20—25	0,0008	0,0003
25—30	0,0014	0,0001
10—30	0,0013	0,0006

Как видно из таблицы, градиенты температур на леднике Туюк-Су значительно ниже, чем на леднике Григорьева. Особенно велика разница в горизонте от 25 до 30 м.

Принимая градиент 0°,13 м, мы подсчитали, что температура, равная —1,0—0°,8, будет отмечаться на глубине 45—50 м.

Сравнивая температурный режим ледников плоских вершин и долинных ледников Тянь-Шаня, можно отметить, что первые более холодны, особенно в нижних горизонтах (табл. 3).

Приведенные данные показывают, что даже на леднике Ашу-Тор, находящемся в сходных климатических условиях с ледником Григорьева, температуры значительно выше.

Таблица 3
Распределение температур с глубиной на ледниках Тянь-Шаня

Ледник	Глубина измерений температуры									
	0,0	0,5	1,0	2,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	30,0
Туюк-Су		—4,4	—3,6	—2,7	—2,8	—2,9	—2,4	—1,7	—1,3	—1,0
Кара-Баткак, 4100 м	—7,1	—5,5	—3,4	—1,1	—0,0					
Ашу-Тор, 4175 м	—5,7	—3,0	—1,6	—0,8	—0,7					
Ашу-Тор к на- чалу снего- таяния, 4175 м	—5,0	—6,0	—6,9	—7,6	—6,2	—4,1	—2,7	—1,4	—1,0	
Григорьева, 4420 м	—6,8	—4,3	—4,3	—3,5	—4,5	—5,7	—5,8	—5,1	—4,2	—3,1

Следует отметить, что мы не обнаружили градиента понижения температур с высотой. Наибольшая разница на десятиметровом слое отмечена между первой и третьей скважинами. Видимо, сказалось малое различие в высотах — 250 м.

В заключение отметим, что у ледников плоских вершин наиболее холодными являются верхние горизонты — мощностью 40—50 м. Низкие температуры обусловлены суровым климатом района и малой энергией оледенения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авсюк Г. А. Ледники плоских вершин. Работы Тянь-Шаньской физ.-геогр. станции, вып. 1, Изд-во АН СССР, 1950.
2. Авсюк Г. А. Температурное состояние ледников, Изв. АН СССР, серия географ., № 1, 1955.
3. Вилесов Е. Н. Предварительные результаты измерений температур льда ледника Центрального Туяксинского. Гляциол. исследования в период МГГ. Заилийский и Джунгарский Алатау, вып. 1, Изд-во АН Казах. ССР, Алма-Ата, 1961.
4. Цыкин Е. Н. Приход вещества в фирновых зонах ледников (метод изучения с помощью термозондирования). Результаты исследований по программе МГГ. Гляциология, IX раздел программы МГГ, № 8, Изд-во АН СССР, М., 1962