

УДК 551.324.43

**КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА И БАЛАНС МАССЫ ЛЕДНИКА
ТУЙЫКСУ (ИЛЕ АЛАТАУ)**Л.А. Ерисковская
Канд. геогр. наук Н.В. Пиманкина

Рассмотрены некоторые особенности многолетнего хода температуры воздуха и количества осадков, а также баланс массы ледника Туйыксу за 1956...2007 гг., и развитие природных процессов в высокогорье в последние годы.

Ледник Туйыксу (ранее Туюксу) расположен в северном хребте Тянь-Шаня – Иле (ранее Заилийском) Алатау. Максимальная высота 4219 м (пик Погребецкого), средняя высота окружающих хребтов 4200 м. В настоящее время конец ледника лежит на высоте 3443 м, площадь в 2006 г. составляла 2,51 км², длина 2,8 км, объем около 100 млн. м³ [4]. Наблюдения аккумуляции и абляции проводятся с помощью 120 реек сотрудниками гляциологической станции Туйыксу-1 (Н = 3450 м н.у.м.), где выполняется комплекс метеорологических наблюдений. Осадки измеряют по сети обычных и 13 суммарных осадкомеров (ОСК), расположенных в высотном диапазоне 3200...3760 м [5].

Баланс массы ледника определяется прежде всего температурой воздуха и атмосферными осадками. Особенности формирования и динамика баланса массы ледника Туйыксу установлены в ходе многолетних исследований [1-4]. В рядах наблюдений на леднике выделены 2 периода, первый с 1956 по 1972 (продолжительность 17 лет) и второй с 1973 по 1990 (18 лет). Первый отличается повышенной аккумуляцией, низкими значениями абляции льда и суммарной абляцией с небольшим отрицательным балансом. Снеговая линия находилась в среднем на высоте 3750 м. Второй период характеризуется противоположными тенденциями в режиме ледника, что проявилось в высоком значении отрицательного годового баланса, резко повышенной суммарной абляцией, отступании снеговой линии до высоты 3870 м (на 120 м выше, чем в первом периоде). Сравнение средних многолетних величин составляющих баланса и самого баланса массы, а также некоторых климатических характеристик за периоды 1973...1990 и 1991...2007 гг. (17 лет наблюдений) позволяют сде-

лать вывод, что последний отрезок времени является относительно благоприятным для жизни ледника. В качестве критериев благоприятности можно считать среднюю годовую сумму осадков. Она несколько (на 2...3 %) превышает среднюю величину за 36 лет наблюдений, близка к средней величине сумм осадков за холодный период. Так же к благоприятным критериям можно отнести среднюю температуру июля, которая была на 2...3 % ниже нормы и толщину снежного покрова (по измерениям по рейке на площадке наблюдений) на 10...15 % больше нормы. На рис. 1 представлены изменения годового баланса массы ледника (bn) и высоты границы питания (ELA), увязанные с летней (июнь – август) температурой воздуха (T °C). Высокая летняя температура и интенсивное таяние приводят в результате к резко отрицательным значениям годового баланса и повышению уровня снеговой линии.

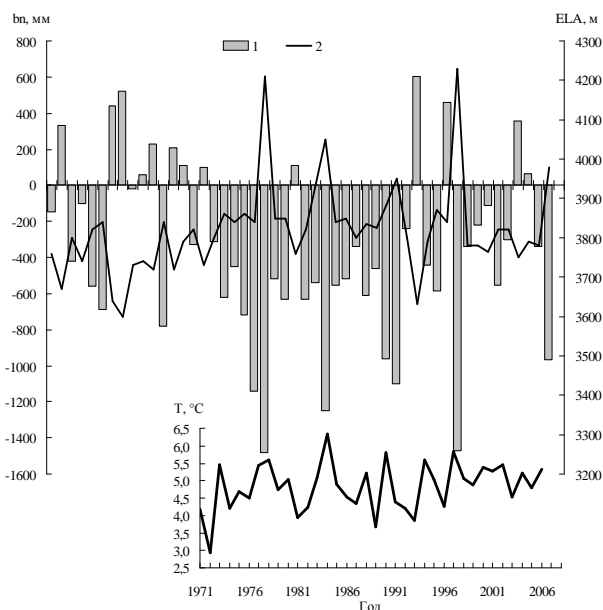


Рис. 1. Средний многолетний ход гляциологических параметров ледника Туйыксу и средняя температура воздуха (июнь – август) за 1971...2006 гг. 1 – годовой баланс массы ледника, 2 – высота границы питания.

Ледник остается в стадии деградации, однако величины отрицательного летнего и годового баланса сократились, снеговая линия в среднем стала ниже, чем в предыдущем периоде, на 30 м. Изменения величин баланса массы происходят на фоне тенденции к повышению температуры воздуха, особенно в осенне-зимний период (табл. 1), однако средняя тем-

пература воздуха в июле – центральном месяце периода абляции – была ниже на 0,2 °С и интенсивность абляции, следовательно, была меньше.

Таблица 1

Гляциоклиматические характеристики ледника Туйыксу

Характеристика	Период наблюдения	
	1973...1990 гг.	1991...2007 гг.
Зимний баланс, мм	580	556
Летний баланс, мм	– 1226	– 963
Годовой баланс, мм	– 646	– 409
Высота снеговой линии, м	3870	3840
Сумма осадков за год на Туйыксу-1, мм	960	1005
Сумма осадков за сентябрь – май, мм	565	570
Средняя температура воздуха за июнь – август, Т °С	4,9	5,0
Средняя температура воздуха в июле, Т °С	5,9	5,7
Средняя температура воздуха за октябрь – май, Т °С	– 8,1	– 7,6
Средняя толщина снега в мае, см	64	84

В рядах средней температуры воздуха холодного периода 7 лет подряд наблюдалась положительная аномалия – с 1996/97 до 2002/03 гг., при этом средняя температура воздуха на 0,1...1,1 °С превышала норму. Именно такие продолжительные аномалии должны учитываться при мониторинге высокогорной зоны, т.к. размер оледенения, глубина и степень промерзания, уровень приледниковых озер определяются во многом термическим режимом и увлажненностью бассейна предшествующих лет. Отметим, что размах колебаний средней температуры воздуха за холодный период достаточно велик и за период инструментальных наблюдений составляет по абсолютной величине 3 °С. Несмотря на увеличение температуры воздуха зимних месяцев, они остаются в отрицательном диапазоне.

Наибольшее таяние ледника происходит в июле, августе. Особенно интенсивное сокращение ледника наблюдалось в период 1973...1990 гг.. Тогда средняя многолетняя величина летнего баланса массы была превышена в течение 11 из 18 лет. За последний период времени на 1,6 °С сократилась амплитуда колебаний средней летней температуры воздуха. Размах колебаний зимних температур сократился на 0,1 °С. Климат высокогорья, судя по уменьшению величины индекса континентальности, рассчитанного по формуле В. Горчинского и учитывающего амплитуду колебаний температуры воздуха, становится менее континентальным [2].

Для рассматриваемого района характерны значительные территориально-временные различия в годовом и сезонном увлажнении. Суммы

осадков, выпавших за холодный период, могут отличаться более чем в два раза. Сумма осадков, выпавших за рассматриваемый период, превышала норму на 15...150 мм шесть лет подряд, с 1999...2000 по 2004...2005 гг.

Количество осадков за холодный период, измеренное на площадке станции, превышает количество осадков, измеренных суммарными осадкомерами, расположенными в разных высотных зонах, в среднем на 250 мм. Суммы осадков, измеренных в зимы 2003...2007 гг. в высотном диапазоне 3450...3760 м, колеблются в пределах 300...500 мм. Это почти в 2 раза меньше сумм, зафиксированных теми же ОСК в зимы 1982...1988 гг. Оценить, чем вызваны подобные расхождения – изменением методов и качества измерений или климатическими вариациями, в настоящее время не представляется возможным. Однако сокращение количества осадков, выпадавших в фирновой области, является одной из важных причин отступления ледника.

Снегопункты сети наблюдений над снежным покровом расположены в приледниковой зоне на слабонаклонной поверхности морены на высоте 3450 м, а на ледниковом языке – 3500 м н.у.м. Сравнение многолетних изменений величин снегозапасов на данных снегопунктах выявило важное для существования ледника обстоятельство. Начиная с 1970 г., в течение 13 лет подряд снегозапасы, измеренные на морене, были ниже средних многолетних величин (рассчитанных за период 1954...2003 гг.), на 7...65 %. На ледниковом языке за тот же период снегозапасы были ниже нормы на 7 – 69 % в течение 6 лет подряд, затем, с небольшими перерывами, еще 4 года подряд. Именно в этот промежуток времени – начало 1970-х и 1980-е годы – 7 лет подряд на метеостанциях всех высотных зон хребта аномалии средней годовой температуры воздуха были положительны. Такой аномальный характер хода температуры воздуха и снегонакопления не мог не сказаться на формировании баланса массы.

Начало аккумуляции на леднике за период 1956...1973 гг. наиболее часто приходилось на середину сентября. Рост высоты снежного покрова продолжается до конца мая – начала или середины июня в нижних частях ледника, и до середины июня – июля в верхних. Самое раннее начало абляции снега отмечалось 15 мая. Самый продолжительный период абляции снега равнялся 128 дням, льда – 82 дням. В последние годы даты начала абляции сместились на более ранние сроки – по крайней мере, на неделю. Начало аккумуляции сместилось на первые числа октября. Таким образом, продолжительность периода абляции снега и льда увеличилась. В отдельные годы максимальные снегозапасы наблюдаются в первой декаде мая (в 2008 г., например, пик аккумуляции отмечен 9 мая).

Достаточно благоприятными для накопления снега были зимы 1999\2000, 2001\2002, 2004\2005 гг., когда зимний баланс массы превышал 700 мм. Зимний баланс в среднем за последние 10 лет составил 635 мм при норме за 50 лет (1956...2007 гг.) 733 мм, т.е. стал меньше на 13 % (табл. 2). Годовой баланс за все эти годы был в основном отрицательным [4].

Таблица 2

Величины температуры, осадков и зимнего баланса массы ледника
Туйыксу за 1998...2007 гг.

Год	Зимний баланс, мм	Средняя температура (IX...V), °С	Отклонение от нормы	Σ осадков (IX...V), мм	Отклонение от нормы
1998	620	-6,2	0,4	523,3	-34,5
1999	470	-5,7	1,1	513,5	-44,3
2000	780	-6,3	0,5	622,3	64,5
2001	643	-6,6	0,8	602,4	44,6
2002	740	-6,0	0,8	689,5	131,7
2003	556	-6,6	0,2	569,7	11,9
2004	580	-7,3	-0,5	676,6	118,8
2005	736	-6,5	0,3	706,6	148,8
2006	687	-6,1	0,7	562,9	5,1
2007	541	-5,2	1,6	628,1	70,3
Среднее	635	-6,3	0,6	609,5	51,7
Норма	740	-6,8		557,8	

Примечание: За норму температуры и осадков принимаются средние многолетние показатели за период 1972...2007 гг.

На формирование баланса массы ледника, в определенной мере, влияет продолжительность солнечного сияния. Так, в 2006 г. число часов солнечного сияния превысило норму на 30,7 ч (рис. 2). Годовой баланс массы был отрицательным и составил минус 969 мм (табл. 3), при этом средняя летняя температура воздуха превысила норму на 0,4 °С, а сумма осадков за июнь – август оказалась на 47 мм ниже нормы.

В настоящее время, по данным наблюдателей, интенсивное таяние ледника способствует увеличению площади приледникового озера «Молодежное». Отмечается появление выходов скал, которые раньше над поверхностью льда не появлялись. Происходит дальнейшее отступление фронта ледника. Сравнительно благоприятные климатические условия последних лет (относительно большое количество осадков, теплое лето, удлинение вегетационного периода) создали предпосылки для расселения на маломощных каменистых почвах елового стланика. Сотрудники стационара Туйыксу-1 отмечают появление ассоциаций еловых стлаников на

достаточно крутых склонах северных и северо-восточных экспозиций на высотах 3200...3300 м н.у.м. Возраст стлаников не определялся, но, по-видимому, составляет от нескольких лет до двух-трех десятков.

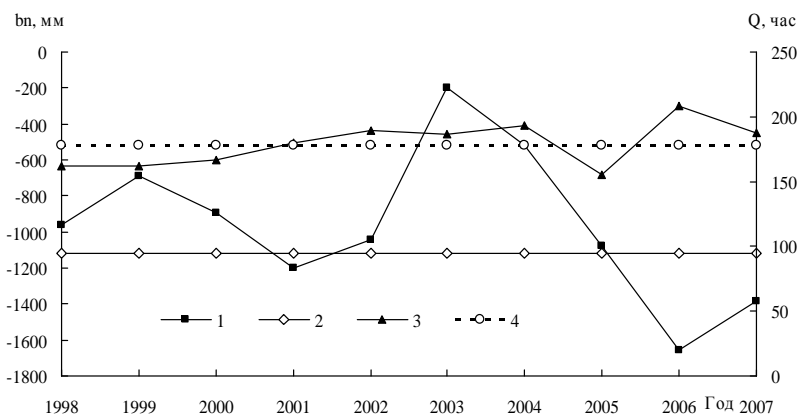


Рис. 2. Многолетний ход метеоэлементов за летний период (июнь – август). 1 – летний баланс массы ледника, мм; 2 – норма летнего баланса (1956...2007 гг.); 3 – средняя продолжительность солнечного сияния, ч; 4 – норма средней продолжительности солнечного сияния (1972...2007 гг.).

Таблица 3

Величины температуры, осадков и летнего баланса массы ледника Туйыксу за 1998...2007 гг.

Год	Летний баланс, мм	Средняя температура (VI – VIII), °C	Отклонение от нормы	Σ осадков (VI – VIII), мм	Отклонение от нормы
1998	-960	5,1	0,2	465,0	50,5
1999	-690	4,9	0,0	550,4	135,9
2000	-890	5,4	0,5	453,3	38,8
2001	-1198	5,3	0,4	290,5	-124,0
2002	-1040	5,5	0,6	291,1	-123,4
2003	-197	4,5	-0,4	638,6	224,1
2004	-518	5,2	0,3	291,7	-122,8
2005	-1075	4,8	-0,1	437,7	23,2
2006	-1656	5,3	0,4	367,7	-46,8
2007	-1386	5,8	0,9	445,6	31,1
Среднее	-961	5,2	0,3	423,2	8,7
Норма	-1118	4,9		414,5	

Примечание: За норму температуры и осадков принимаются средние многолетние показатели за период 1972...2007 гг.

Наблюдавшаяся в последние годы совокупность метеорологических элементов была более благоприятной для существований ледника, чем в

предыдущий период. Сохранение тенденции к уменьшению континентальности климата (чему способствуют особенности атмосферной циркуляции – увеличение числа западных вторжений, выходов южных циклонов [2]) может замедлить темпы деградации ледника.

Авторы выражают глубокую признательность сотрудникам гляциологической станции «Туйыксу-1» Института географии Республики Казахстан, выполняющим круглогодичные наблюдения на леднике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы: Казак Университеті, 2001. 252 с.
2. Ерисковская Л.А. Влияние климатических изменений на оледенение в высокогорной зоне Заилийского Алатау на примере ледника Туюксу. // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №4. – С. 31-34.
3. Макаревич К.Г., Вилесов Е.Н., Головкова Р.Г., Денисова Т.Я., Шабанов П.Ф. Ледники Туюксу. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 170 с.
4. Макаревич К.Г., Касаткин Н.Е. Полувековые исследования баланса массы Центрального Туюксуйского ледника в Заилийском Алатау: Географические проблемы устойчивого развития: Теория и практика. Мат. межд. научно-практ. конф., посв. 70-летию института географии РК. – Алматы.: 2008. – С. 99-111.
5. Материалы наблюдений гляциологической станции «Туйыксу-1» за 1956...2007 гг. Фонды Института географии Республики Казахстан.

Институт географии, г. Алматы

ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНЫҢ (ІЛЕ АЛАТАУЫ) КЛИМАТЫ МЕН САЛМАҚ БАЛАНСЫНЫҢ АУЫТҚУЛАРЫ

Л.А. Ерисковская
Геогр. ғылымд. канд. Н.В. Пиманкина

Тұйықсу мұздығындағы ауа температурасы мен жауын-шашынның көпжылдық өзгеруі, сонымен қатар мұздықтардың 1956...2007 жылдар аралығындағы салмақтық балансы және сонғы жылдарда биік таулы аймақтардағы табиғи процестердің даму ерекшелігі, қарастырылды.