

УДК 551.324.64

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГОДЫ И РЕЖИМА
ЛЕДНИКА ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТУЙЫКСУ В СЕВЕРНОМ
ТЯНЬ-ШАНЕ В 2006...2010 гг.**

Л.А. Ерисковская

Н.Е. Касаткин

Канд. геогр. наук

К.Г. Макаревич

Рассматриваются основные метеорологические характеристики за балансный год, холодный, теплый периоды (средняя месячная температура воздуха, сумма осадков, продолжительность солнечного сияния, общая облачность); изменение параметров ледника (площадь, длина, высота границы питания, ледниковый коэффициент). Дана характеристика аккумуляции, абляции и баланса массы ледника за исследуемый период.

Введение. В настоящее время в гляциальной зоне Северного Тянь-Шаня наблюдения за погодой ведутся на единственной гляциометеостанции Туйыксу, расположенной в Малоалматинском горноледниковом бассейне на северном склоне Заилийского Алатау на высоте 3450 м над уровнем моря. Ее координаты 43°05' с.ш., 77°07' в.д. Станция функционирует с 1972 г. и охватывает широкий комплекс метеорологических измерений. Главными из них, наиболее связанными с режимом ледника, являются температура воздуха, атмосферные осадки, а также облачность и продолжительность солнечного сияния.

Станция со всех сторон окружена крупно и мелко обломочными моренными отложениями. В непосредственной близости от нее на северном склоне отрога, разделяющего бассейны Малой и Большой Алматинок, спускается ледник Молодежный.

Ледник Центральный Туйыксу, отступивший на 800 м вверх от своего близкого к станции положения в прошлом, достаточно устойчиво реагирует на колебания метеорологических факторов, фиксируемых измерениями на станции [4]. Продолжительность солнечного сияния, зависящая от закрытости горизонта в ясные дни летних месяцев (июнь – август) на леднике всего на 4 % меньше, чем на станции, что по существу не влияет на режим ледника, поскольку облачность вносит свои коррективы независимо от окружающих гор [4].

Метеостанция, как и ледник Центральный Туйыксу после 1997 г. осталась единственной в Центрально-Азиатском регионе, дающей информацию о колебаниях ледников, подобных которому здесь насчитывается многие тысячи. Оценивая результаты мониторинга ледников Земли, Мировая служба (WGMS) опирается на данные по леднику Туйыксу, расположенному в Северном Тянь-Шане.

Временные отрезки балансового года. В характеристике метеорологических величин на станции Туйыксу авторами рассматривается холодный, теплый периоды и балансовый год. Для средних широт в гляциальной зоне холодный период продолжается с сентября по май, теплый – с июня по август, а балансовый год с сентября по август, что соответствует календарному году. Для оценки колебаний режима ледника взята другая длительность указанных периодов. Это связано с устойчивым переходом осенью среднесуточных температур от положительных к отрицательным, или, наоборот, весной от отрицательных к положительным. В первом случае начинается очередной балансовый год и зимнее снегонакопление, во втором – абляция накопленного зимой снега и многолетнего льда на языке. Таким образом, продолжительность балансового года оказывается разной из года в год, что соответствует стратиграфической системе оценки баланса массы ледника (табл. 1) [1].

Таблица 1

Продолжительность холодного, теплого периодов и балансового года

	Год				
	2006	2007	2008	2009	2010
1.	18.09.2006	14.09.2006	23.09.2007	20.09.2008	31.08.2009
2.	12.05.2006	12.04.2007	9.05.2008	31.05.2009	6.06.2010
3.	236	240	228	253	279
4.	14.09.2006	23.09.2007	20.09.2008	31.08.2009	2.10.2010
5.	125	134	134	92	118
6.	361	374	362	345	397

Примечание: 1. – начало балансового года, 2. – конец холодного (зимнего) периода, 3. – продолжительность холодного периода в днях, 4. – конец теплого периода и балансового года, 5. – продолжительность теплого периода в днях, 6. – продолжительность балансового года в днях.

Опираясь на данные табл. 1, авторы характеризуют основные параметры климата гляциальной зоны Заилийского Алатау за второе пятилетие 21 века 2006...2010 гг. (табл. 2).

Как рассматривалось в [3], климат при глобальном потеплении на леднике Туйыксу становится менее континентальным, так как температура воздуха в холодный (зимний) период возрастает быстрее, чем в теплый

(летний) период, но на оледенении это не сказывается, так как она остается отрицательной. Наиболее важным является летний период [2].

Таблица 2

Метеорологический фон гляциальной зоны Заилийского Алатау за балансовые годы по данным гляциометеостанции Туйыксу

Сумма	Период	Год				
		2006	2007	2008	2009	2010
Среднемесячная температура воздуха, °С	годовой	-1088,4 (-3,0)	-818,9 (-2,2)	-1135,6 (-3,1)	-1113,0 (-3,7)	-1112,8 (-2,8)
	холодный	-1690,5 (-7,2)	-1497,2 (-6,2)	-1858,3 (-8,2)	-1525,7 (-6,0)	-1673,7 (-6,0)
	теплый	602,1 (4,8)	678,3 (5,1)	722,7 (5,6)	412,7 (4,5)	560,9 (4,8)
Атмосферные осадки, мм	годовой	925,4	1079,2	810,4	965,1	1343,5
	холодный	441,4	326,6	371,9	590,4	808,0
	теплый	484,0	752,6	438,5	374,7	535,5
Общая облачность, балл	годовой	1841(5,1)	2058(5,7)	1970(5,4)	2000 (5,8)	2390 (6,0)
	холодный	1161(4,9)	1143 (4,8)	1162 (5,1)	1451 (5,7)	1641 (5,9)
	теплый	680 (5,4)	915 (6,8)	808 (6,0)	549 (6,0)	749 (6,3)
Продолжительность солнечного сияния, час	годовой	1996,8	2069,2	1989,4	1888,2	2027,0
	холодный	1133,0	964,4	1145,4	1268,3	1310,9
	теплый	863,8	1104,8	844,0	619,9	716,1

Примечание: В скобках приведены средние суточные показатели.

Даже небольшое повышение температуры воздуха приводит к интенсивному таянию, росту высоты границы питания и сокращению длины ледника. В табл. 2 видно, что в 2009 году осадков выпало меньше в теплый период по сравнению с другими годами, но температура воздуха была ниже, таяние было незначительным, и баланс оказался положительным (0,206). В 2010 году продолжительность теплого периода была больше и температура воздуха выше, чем в предыдущем году, но осадков выпало больше и выпадали они в основном в твердом, иногда в смешанном виде в утреннее, ве-

чернее и ночное время, когда температура воздуха намного ниже среднесуточной. Это благотворно отразилось на годовом балансе массы ледника и он оказался положительным 0,032 (табл. 3). В табл. 3 показано, как климатические изменения отразились на удельных величинах других основных составляющих баланса массы ледника в водном эквиваленте.

Таблица 3

Удельные величины составляющих баланса массы ледника Туйыксу в водном эквиваленте

Год	Удельные величины					
	1	2	3	4	5	6
2006	2,513	0,687	-1,656	1,009	-1,978	-0,969
2007	2,472	0,541	-1,386	1,017	-1,922	-0,845
2008	2,451	0,411	-1,768	0,777	-2,135	-1,357
2009	2,451	0,626	-0,420	0,949	-0,743	0,206
2010	2,446	0,887	-0,857	1,495	-1,463	0,032
Среднее	2,466	0,630	-1,217	1,061	-1,648	-0,587

Примечание: 1 – площадь ледника, км²; 2 – зимний баланс, м; 3 – летний баланс, м; 4 – годовая аккумуляция, м; 5 – годовая абляция, поступившая в сток, м; 6 – годовой баланс массы ледника, м.

Зимний баланс испытывал колебания в диапазоне от 0,411 м до 0,887 м и в среднем за пятилетие 0,630 м, что соответствует колебаниям атмосферных осадков в холодный период года. Средняя величина зимнего баланса была ниже среднего многолетнего показателя за период с 1956 по 2010 гг. равного 0,740 м или на 0,110 м меньше. За 54 года наблюдений зимний баланс только 18 раз превосходил среднемноголетний показатель. Остальные 36 лет он был значительно ниже нормы. За последние пять лет зимний баланс на леднике был на 122 мм больше, чем количество атмосферных осадков на метеостанции Туйыксу.

Аккумуляция является суммой зимнего баланса и летних атмосферных осадков. В фазовом составе последних преобладают твердые и смешанные осадки практически на всем протяжении ледника. Выше 3900...4000 м н. у. м. при температуре воздуха ниже 0 °С выпадают только твердые осадки. Существенное значение имеет состояние поверхности ледника, на которую выпадают осадки. Если на ней лежит снег, то жидкая часть осадков проникает в его толщу, а твердая остается на поверхности. При оценке аккумуляции все летние осадки в любом фазовом состоянии брались из показаний суммарных осадкомеров за теплый период. Аккумуляция на недоступных склонах ледника оценивалась по ее соотношениям к количеству аккумуляции в интервале 3700...3800 м представляющим дно цирка [6]. Слой годовой аккумуляции на леднике Туйыксу за период 2006...2010 гг. также испытывал значительные колебания: от 0,777 м до 1,495 м. В среднем за пять лет он равнялся

1,061 м. За эти годы среднее количество атмосферных осадков на метеостанции Туйыксу составило 1,004 м.

Абляция обычно происходит при температурах воздуха выше 0 °С и при поглощении тепла солнечной радиации, падающей на загрязненную поверхность льда. Выпадающий на леднике снег замедляет или на время приостанавливает таяние, что способствует сохранению массы льда на языке. Весь зимний снег до границы питания полностью стаивает и вместе со стаивавшим льдом и выпавшими в теплый период осадками образует слой годовой абляции. Выше границы питания сохраняется некоторое количество зимних и летних осадков, которые играют положительную роль в балансе массы ледника. Часть воды от стаявшего здесь слоя годовой аккумуляции пополняет массу воды, образующейся на языке ледника ниже границы питания. Меньшая часть воды при абляции в области аккумуляции проникает в толщу в виде внутреннего питания. Величина последнего из года в год меняется в зависимости от высотного интервала, где аккумуляруются твердые осадки. При расчетах баланса массы ледника внутреннее питание исключается из слоя годовой абляции, несколько уменьшая сток воды с ледника. Его величины в среднем по леднику колеблются от 0,13 до 0,16 м водного эквивалента, опускаясь до 0,02 м при наибольшей высоте границы питания. Диапазон годовой абляции в 2006...2010 гг. был в пределах от 0,743 м до 2,135 м, а в среднем составил 1,648 м. За пять лет в сток р. Малая Алматинка с ледника Туйыксу поступило 20,4 млн. м³ воды.

Баланс массы разность между аккумуляцией и абляцией дает нам итоговую величину баланса за каждый наблюдаемый год и в среднем за период. Из пяти лет измерений три года закончились с отрицательным балансом и два года с положительным. Их показатели резко отличаются друг от друга. Если сумма первого равнялась -3,171 м, то второго всего лишь 0,238 м (табл. 3). За период с 1956 по 2010 гг. баланс массы в среднем составил -0,40 м/год, приблизившись к среднему балансу 30 ледников разных регионов нашей планеты, равному -0,41 м [5, 7]. За пять лет 2006...2010 гг. баланс в среднем составил -0,587 м продолжая прочно установившуюся с 1973 г. «традицию» отрицательных величин, редко прерываемую скромными показателями положительного баланса. К сожалению, нет оснований ожидать, что сложившийся в природе гляциологический «беспорядок» изменится в лучшую сторону. Ледники и впредь будут сокращаться по всем морфометрическим параметрам, поскольку баланс массы не обеспечивает их надежным пополнением. Этот вывод подтверждается данными табл. 4.

Изменение основных параметров ледника Туйыксу

Год	Параметр					
	1	2	3	4	5	6
2006	2,513	3980	29	-12,4	-	-
2007	2,472	3885	34	-46,0	-	-
2008	2,451	3980	22	-39,0	-	-
2009	2,451	3710	66	-2,0	-	-
2010	2,446	3762	55	-26,0	-	-
2006...2010	2,466	3863	41	-125,4	-25,1	-0,067
1956...2010				-812,4	-15,4	-0,79

Примечание: 1 – площадь ледника, км²; 2 – высота границы питания (ELA) м; 3 – ледниковый коэффициент (AAR), %; 4 – изменение длины ледника, м; 5 – среднее изменение длины ледника, м/год; 6 – изменение площади, км².

Данные табл. 4 показывают, что ледник продолжает отступать и его длина уменьшилась на 125 м или на 25,1 м/год. Его площадь за это время сократилась на 0,067 км² и в 2010 г. составила 2,446 км², высота границы питания (ELA) колебалась в пределах от 3710 м до 3980 м и в среднем за пять лет достигла 3863 м, что на 42 м выше средней за период 1956...2006 гг. и на 48 м выше средней взвешенной высоты ледника. Отношение площади аккумуляции к площади ледника (AAR) составило 41 %, что оказалось равным такому соотношению за 1956...2006 гг. Однако, в отдельные годы пятилетнего периода эти соотношения колебались от 22 до 66 %. Это объясняется тем, что граница питания из года в год делит ледник на неравные части. В многолетнем периоде равенство средних величин AAR связано с общим изменением площади ледника, что уравнивает эти соотношения, т.к. ледник уменьшается в площади не только на языке, но и в области аккумуляции.

Заключение. Вследствие неблагоприятных для ледника Туйыксу климатических условий, его баланс массы за 2006...2010 гг. составил -2,933 м, длина уменьшилась на 125 м и площадь на 0,067 км², что соответственно в среднем за год равнялась -0,587 м, 25,1 м/год и -0,0134 км². За 54 года непрерывных исследований средний баланс массы составил -0,40 м/год, что практически равно среднему балансу ледников нашей планеты.

Приведенные в статье данные свидетельствуют о продолжающейся негативной реакции ледников на глобальное потепление климата, где главным отрицательным фактором является повышение температуры воздуха в летний период. И чтобы улучшить состояние оледенения, нужны

кардинальные изменения климата в сторону похолодания, которые вряд ли могут произойти в ближайшее время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гляциологический словарь. – Л.: Гидрометиздат, 1984. – 528 с.
2. Ерисковская Л.А. Метеорологическая обусловленность колебаний границы питания на леднике Туюксу. // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №2. – С. 79-88.
3. Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Туюксу // МГИ. – 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.
4. Макаревич К.Г., Пальгов Н.Н., Токмагамбетов Г.А. и др. Оледенение Заилийского Алатау. – М.: Наука, 1969. – 288 с.
5. Макаревич К.Г., Касаткин Н.Е. Полувековые исследования баланса массы и морфологических изменений Центрального Туюксуйского ледника в Заилийском Алатау. // Лед и снег. – 2011. – №1. – С. 36-44.
6. Макаревич К.Г. Методические аспекты исследований баланса массы и колебаний горных ледников. – Алматы. 2007. – 102 с.
7. Glacier mass balance bulletin. №10, №11. Zürich. 2009. 96 pp., Zürich. 2011. 96 pp.

Институт географии, г. Алматы

2006...2010 ЖЫЛДАРДАҒЫ СОЛТҮСТІК ТӘНІРТАУДАҒЫ ОРТАЛЫҚ ТҮЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНЫҢ РЕЖИМІ МЕН КЛИМАТЫНЫҢ НЕГІЗГІ МІНЕЗДЕМЕЛЕРІ

Л.А. Ерисковская

Н.Е. Касаткин

Геогр. ғылымд. канд.

К.Г. Макаревич

Баланстық жылдың суық және жылы мерзімдердегі негізгі метеорологиялық мінездемелері (орташа айлық ауа температурасы, жауын шашын мөлшері, күннің жарқырау ұзақтығы, жалпы бұлттылығы); мұздық параметрлерінің өзгеруі (ауданы, ұзындығы, қоректену шекарасының биіктігі, мұздық коэффициенті) қарастырылады. Зерттелетін мерзімдегі мұздық салмағы балансы, абляция және аккумуляция суреттемелері келтірілген.