

УДК 551.324.64

Л.А. Ерисковская*

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
НА АБЛЯЦИЮ ЛЕДНИКА ТУЙЫКСУ****ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ЧИСЛО СУТОК С ОСАДКАМИ,
ОБЩАЯ ОБЛАЧНОСТЬ, КЛИМАТ, АБЛЯЦИОННЫЙ ПЕРИОД,
СИНОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

В статье рассмотрены благоприятные и неблагоприятные годы на леднике Туйыксу за период с 1972 по 2011 гг., так же исследовано влияние облачности на температуру воздуха с мая по сентябрь. Подсчитано число суток с осадками за летний период и период без устойчивого снежного покрова. За период без устойчивого снежного покрова определялось влияние синоптических процессов по типизации Б.Л. Дзердзеевского на количество суток с выпадением осадков.

Введение

Наиболее доступным и хорошо изученным в Илейском Алатау является бассейн ледника Туйыксу. С 1972 года на стационаре Института географии лабораторией гляциологии ведутся круглогодичные наблюдения. Стационар располагается на морене возле ледника на высоте 3450 м. В данное время это единственная на Тянь-Шане высокогорная станция в непосредственной близости от ледника. Станция 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. Туйыксу относится к ледникам долинного типа, на их долю приходится подавляющая площадь оледенения Тянь-Шаня. Ледник Туйыксу занимает элитное место, в значительной мере являясь представительным для всей горной страны, и стоит по изученности и продолжительности периода исследований на одном из первых мест в десятке наиболее изученных ледников мира. Данные по мониторингу ледника публикуются в бюллетене Мировой службы мониторинга ледников, WGMS в течение 42 лет. Исследования ледника Туйыксу имеют важное значение, и по-

* Институт географии, г. Алматы

лученные данные представляют большой интерес, для изучения глобального потепления климата.

Большой научно-практический интерес представляют метеопроцессы при экстремальных значениях годового баланса массы ледников. Положительный баланс массы ледника за период 1972...2011 гг. был в 1980/81, 1992/93, 2002/03, 2003/04, 2008/09, 2009/10 гг. – это благоприятные для оледенения годы (бл/г), когда снеговая линия (граница питания) ледника была ниже средней многолетней, и на долю области питания приходилась бóльшая часть площади ледника. Во все остальные годы указанного периода преобладал отрицательный баланс, особенно резко выраженный в 1977/78, 1983/84, 1990/91, 1996/97, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 гг., неблагоприятные для оледенения годы (нбл/г) с максимально высоким положением границы питания ледника.

В классической метеорологии для средних широт в гляциальной зоне холодный период продолжается с сентября по май, летний (теплый) период 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. В данной работе рассматривается абляционный период без устойчивого снежного покрова отдельно за благоприятные и неблагоприятные для оледенения годы. Его продолжительность близка к абляционному периоду, определенному по датам перехода температуры воздуха через ноль градусов и меняется каждый год (табл. 1).

Таблица 1

Число суток с осадками за период без устойчивого
снежного покрова на леднике Туйыксу

Средние значения	Продолжительность периода, сутки	Сумма суток с осадками	Сумма суток с осадками за летний период
Неблагоприятные годы	130,8	53,1	36,4
Благоприятные годы	97,8	55,3	44,8

В последние годы продолжительность абляционного периода увеличивается в среднем на две-три недели [8], но бывает и больше, особенно в нбл/г. В 2007, 2008 гг. переход к устойчивым положительным температурам произошел 12 и 9 мая соответственно. Благодаря этому май практически вошел в летний абляционный период, переход к отрицательным зимним температурам отмечен 20 сентября. В результате в летний абляционный период добавилось еще 20 дней, когда ледник продолжал расходовать свою массу и талые воды пополняли речной сток. Таким образом, в общей сложности летний период удлинился на 40 дней и рассматривается как теплый период [4].

Метеорологические исследования

При анализе метеорологических исследований использовались среднемесячные значения общей облачности, температуры воздуха, суммы осадков, которые определяли сотрудники стационара под руководством академика И.В.Северского.

В среднем продолжительность периода без устойчивого снежного покрова намного больше в нбл/г, чем в бл/г. Число суток с осадками за период и за летние месяцы меньше в нбл/г., чем в бл/г. Сумма осадков за лето, когда таяние ледника наиболее интенсивное в бл/г. больше [5]. Но главным фактором, влияющим на абляцию ледника, является температура воздуха. Даже незначительное повышение температуры воздуха в летний период усиливает таяние ледника. На изменение температуры воздуха влияет облачность (табл. 2).

Таблица 2

Температура воздуха при различной облачности в благоприятные и неблагоприятные годы на леднике Туйыксу, °С

Год	Месяц									
	май		июнь		июль		август		сентябрь	
	Общая облачность									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Благоприятные годы										
1981	3,6	-0,8	3,8	1,2	8,0	3,4	3,8	2,7	1,6	-3,4
1993	-3,4	-2,1	3,7	2,4	5,5	3,3	5,9	2,9	4,0	1,4
2003	1,6	-3,8	5,3	2,5	6,2	3,7	7,1	3,2	3,3	2,4
2004	1,1	-0,8	4,7	3,3	6,9	5,2	6,8	4,5	2,4	1,2
2009	-0,5	-1,4	3,1	2,0	7,1	4,0	6,3	4,2	2,8	0,4
2010	-2,9	-0,4	4,3	3,0	6,6	5,2	7,6	5,7	3,8	0,2
Среднее	-0,1	-1,5	4,2	2,4	6,7	4,1	6,3	3,9	3,0	0,4

Год	Месяц									
	май		июнь		июль		август		сентябрь	
	Общая облачность									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Неблагоприятные годы										
1978	2,4	0,4	4,5	3,2	8,4	5,2	7,0	6,6	3,9	-1,5
1984	-0,3	-1,3	5,2	2,3	7,8	4,2	9,0	9,5	-0,7	-0,4
1991	-1,1	0,6	3,1	2,5	7,0	5,2	6,1	1,7	4,1	2,8
1997	-0,1	-0,3	5,4	3,6	8,4	5,6	7,2	2,0	4,8	-1,1
2005	0,2	-1,6	4,5	3,0	8,1	5,0	3,6	4,2	4,4	1,6
2006	0,9	-0,1	2,6	2,4	9,3	2,9	8,4	5,2	2,8	-0,3
2007	2,7	0,3	5,9	3,9	9,1	4,4	6,5	5,2	4,1	0,4
2008	3,8	2,1	7,5	5,2	8,6	5,6	6,5	4,3	1,3	2,0
Среднее	1,1	0,0	4,8	3,3	8,3	4,8	6,8	4,8	3,1	0,4

Примечание: 1 – ясно от 0 до 3-х баллов, 2 – пасмурно от 8 до 10 баллов.

При ясной погоде температура воздуха значительно выше, как в бл/г, так и в нбл/г, чем при пасмурной погоде. В бл/г температура воздуха ниже, чем в нбл/г, что благоприятно для оледенения (табл. 2).

Синоптические процессы

На выпадение осадков и температуру воздуха большое влияние оказывают синоптические процессы. Для их анализа в рассматриваемом регионе, использовалась типизация макроциркуляционных процессов, разработанная Б.Л. Дзержевским для Северного полушария [1]. Им выделена отдельной группой *меридиональная южная циркуляция* (тип 13) – необычное состояние атмосферы с циклонической циркуляцией на полюсе, отсутствием блокирующих процессов на полушарии и тремя-четырьмя одновременными выходами южных циклонов в разных секторах полушария. Именно с этой группой, с начала 1980-х годов (максимум приходится на 1989 г.) и в настоящее время, связано большинство метеорологических экстремумов, в том числе в Арктическом бассейне и в горных районах. Рост повторяемости южных циклонов, отличающихся малым радиусом действия, большими скоростями перемещения и резкими контрастами температуры на фронтах, вызвал увеличение амплитуды колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков в разных регионах, в частности, в горных в теплое время года [6].

При исследовании синоптических процессов использовался материал с сайта <http://www.atmospheric-circulation.ru>. На его основе определялось число случаев элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) за месяц, затем подсчитывалось их средние значения отдельно за бл/г и нбл/г (табл. 3). Как

рассматривалось в [2], наибольшее количество осадков на леднике Туйыксу выпадало при ЭЦМ 13л в основном в летний период. При ЭЦМ 13л полярные вторжения отсутствуют, отмечается обширная депрессия над Арктическим бассейном и циклоническая деятельность на континентах [6]. Продолжительность ЭЦМ 13л росла в течение 20-го столетия. В конце столетия число суток ЭЦМ 13л с выпадением осадков на леднике Туйыксу стало уменьшаться [5], но влияние данного типа циркуляции на выпадение осадков еще велико. Стала увеличиваться продолжительность других ЭЦМ, в частности, 12-го типа [3] (табл. 3).

Таблица 3а

Число суток с осадками за период без устойчивого
снежного покрова на леднике Туйыксу в неблагоприятные годы

ЭЦМ	Неблагоприятный год								Среднее
	1978	1984	1991	1997	2005	2006	2007	2008	
1	0	3	1	0	0	0	0	0	0,5
2	7	2	14	0	0	0	5	1	3,6
3	2	0	2	1	9	3	4	4	3,1
4	6	6	2	0	3	5	2	6	3,8
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0,4
6	1	1	0	2	0	0	0	4	1,0
7л	7	0	2	2	3	2	3	0	2,4
7з	0	0	1	2	1	0	0	4	1,0
8а	2	0	0	2	0	0	0	2	0,8
8б	1	4	0	0	1	0	1	0	0,9
8в	3	7	0	1	1	0	0	0	1,5
8г	0	0	0	4	3	0	1	4	1,5
9	1	4	3	7	18	6	18	9	8,3
10	0	2	4	4	2	9	1	16	4,8
11	2	1	3	2	0	0	0	0	1,0
12а	0	0	1	4	8	1	3	0	2,1
12г	0	2	0	1	1	0	0	3	0,9
12л	3	0	0	0	2	5	12	0	2,8
12з	3	0	0	2	0	0	2	0	0,9
13з	2	1	6	6	2	0	8	3	3,5
13л	4	6	34	17	10	8	2	16	12,1
Σ ч.с.	47	39	73	57	64	39	62	72	56,6

Из данных табл. 3 (а, б) видно, что число суток с выпадением осадков при ЭЦМ 13л преобладает, как в нбл/г, так и в бл/г, но в бл/г больше. В бл/г добавляются ещё ЭЦМ 12а, 12л (12бл, 12вл-средиземноморские циклоны выходят на Казахстан), повторяемость которых значительно больше, чем в

нбл/г, и в сочетании с 13л, как рассматривалось в [7], создаются благоприятные условия для обильного выпадения осадков в горных районах в теплое время года.

Таблица 36

Число суток с осадками за период без устойчивого снежного покрова на леднике Туйыксу за благоприятные годы

ЭЦМ	Благоприятный год						Среднее
	1981	1993	2003	2004	2009	2010	
1	1	0	0	0	0	0	0,2
2	4	0	1	1	4	0	1,7
3	4	0	2	1	2	0	1,5
4	13	1	2	5	0	2	3,8
5	0	0	0	0	0	0	0,0
6	0	1	4	2	0	2	1,5
7л	0	1	0	3	0	0	0,7
7з	0	0	0	0	0	0	0,0
8а	2	0	1	1	4	2	1,7
8б	1	0	8	1	2	0	2,0
8в	0	2	1	2	0	2	1,2
8г	4	0	0	3	3	0	1,7
9	4	10	2	4	3	9	5,3
10	0	7	2	6	2	3	3,3
11	1	0	0	0	0	0	0,2
12а	1	1	4	7	3	8	4,0
12г	0	0	0	0	0	0	0,0
12л	7	0	3	4	10	5	4,8
12з	2	1	0	1	0	0	0,7
13з	0	3	0	0	0	0	0,5
13л	17	23	19	17	3	16	15,8
Σ ч.с.	61	50	49	58	36	49	50,5

Заключение

Таким образом, главным фактором, влияющим на абляцию ледника, является изменение температуры воздуха, которая зависит от облачности. При пасмурной погоде средняя температура воздуха ниже, как в бл/г, так и в нбл/г. В бл/г средняя температура воздуха, как в ясную погоду, так и в пасмурную значительно ниже. На абляцию ледника также влияют осадки. Наибольшее количество суток с выпадением осадков зафиксировано при ЭЦМ 13л. В бл/г значительно добавляются ЭЦМ 12-го типа. Не смотря на то, что продолжительность абляционного периода в бл/г меньше, но сумма осадков и количество суток с выпадени-

ем осадков больше, чем в нбл/г и в сочетании ЭЦМ 13л с 12-ым типом (при обострении атмосферных фронтов) создают благоприятные условия для обильного выпадения осадков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. – М.: Гидрометеоиздат, 1975. – 285 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. Фазовый состав атмосферных осадков на леднике Туйыксу // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №4. – С. 108-117.
4. Ерисковская Л.А. Климатические изменения на леднике Туйыксу за последние годы // Современные проблемы климатологии. К 100-летию профессора Олега Алексеевича Дроздова (1909-2009): Сборник материалов Всероссийской конференции, СПб, 2009 –СПб, 2009. – С. 61-63.
5. Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Туюксу // МГИ. – 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.
6. Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы Северного полушария и их применение в гляциологии. // МГИ. – 2003. – Вып. 95. – С. 45-65.
7. Кононова Н.К. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария XX – начало XXI века. – М.: 2009. – 370 с.
8. Северский И.В. О перспективных изменениях водных ресурсов вследствие деградации оледенения // Вопросы географии и геоэкологии. 2011. – №4. – С. 17-22.

Поступила 19.06.2012

Л.А. Ерисковская

ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫ АБЛЯЦИЯСЫНА КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНІҢ ӘСЕРІ

Мақалада Тұйықсу мұздығындағы 1972...2011 жылдар аралығындағы қолайлы және қолайсыз жылдар, сонымен қатар мамыр мен қыркүйек аралығындағы ауа температурасына бұлттылықтың әсері қарастырылған. Жазғы мерзімдегі жауын-шашынды күндер мен қалыпсыз қар жамылғысы бар мерзім есептелінген. Қалыпсыз қар жамылғысы бар мерзімге синоптикалық процестердің Б.Л. Дзердзеевский типімен жауын-шашынды күндер санына әсері анықталды.