

УДК 551,5(574)

ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ЛЕТНИХ ОСАДКОВ НА ЛЕДНИКЕ ТУЙЫКСУ

Ерисковская Л.А., erisk48@mail.ru
050010, Казахстан, Алматы, код 727, ТОО «Институт географии» ул. Кабанбай
батыра/Пушкина 67/99, ingeo@mail.kz

CHANGES OF THE SUMMER PRECIPITATION TYPE ON TUYKSU GLACIER

Yeriskovskaya L.A., erisk48@mail.ru
Institute of Geography of the Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Kabanbai
batur str./Pushkin str. 67/99, *E-mail*: ingeo@mail.kz

Key words: total precipitation, precipitation type, air temperature, atmospheric circulation.

Abstract

The change of precipitation type and total precipitation during warm period on the Tuyksu glacier was considered. Mean total precipitation for different precipitation type and mean monthly and seasonal air temperature for the warm period 1971-2014 years were calculated. The effect of atmospheric circulation (elementary circulation mechanisms classification according to B.L. Dzerdzevsky) on number of days with precipitation, total precipitation and precipitation types in favorable for glacier years (1980/81, 1992/93, 2002/03, 2003/04, 2008/09, 2009/10) and not favorable years (1977/78, 1990/91, 1996/97, 2007/08, 2011/12, 2013/14) was estimated.

В настоящее время внимание ученых все более и более сосредоточивается на высокогорных районах. Но еще больший научно-практический интерес проявляется к ледникам, так как ледники - аккумуляторы влаги. Именно ледники можно назвать гигантскими естественными хранилищами запасов пресной воды. Для анализа был взят репрезентативный ледник Туйыксу, который располагается на морене на склоне Илейского (Заилийского Алатау) – самого северного хребта Тянь-Шаня возле ледника на высоте 3450 м, где ведутся круглогодичные наблюдения лабораторией гляциологии Института Географии с 1972 года. Проанализированная научная информация высылается во Всемирную службу мониторинга ледников.

Совокупность орографии, ориентации и рельефа создают наиболее благоприятные условия для существования оледенения. В основном единственным источником питания ледника являются атмосферные осадки. Более 40% территории горно-ледникового бассейна Туйыксу имеют оптимальные условия для отложения и накопления твердых атмосферных осадков, а также для достаточно длительного существования снежного покрова [6].

Согласно подсчётам специалистов [3] за исследуемый период **положительный баланс** массы ледника был в 1980/81, 1992/93, 2002/03, 2003/04, 2008/09, 2009/10 гг - это благоприятные для оледенения годы (**бл/г**), когда граница питания ледника была ниже средней многолетней и на долю области питания приходилась большая часть площади ледника. Во все остальные годы указанного периода преобладал **отрицательный баланс**, особенно резко выраженный в 1977/78, 1990/91, 1996/97, 2007/08, 2011/12, 2013/14 гг. - неблагоприятные для оледенения годы (**нбл/г**) с максимально высоким положением границы питания ледника.

В связи с глобальным потеплением климата на планете Земля повышается средняя температура воздуха, что вызывает увеличение абсолютной высоты снеговой линии. Одним из признаков изменения условий питания служит возрастание смешанных осадков, выпадающих в ледниковой зоне гор в летнее время, когда большую долю составляют твердые осадки. Это зависит от абсолютной высоты и от подстилающей поверхности, на которую они выпадают. Известно, что с увеличением высоты на 100 метров температура воздуха в летнее время в районе ледника Туйыксу уменьшается на $0,7^{\circ}\text{C}$ [1], что позволяет с достаточно высокой точностью определить на каком температурном фоне выпадают летние осадки и при каких условиях происходит переход осадков из одного в другое фазовое состояние. Вместе тем в питании ледника немалую роль играют не только твердые, смешанные, но также жидкие осадки. Если жидкие осадки в верхних зонах ледника падают на снежную поверхность, то они поглощаются снежной толщей и прогревают ее. В практике исследований наблюдалось, что осадки, выпадавшие из теплой воздушной массы вплоть до водоразделов ледников, полностью смывали снег, отложенный в зимний сезон, и обнажали фирновую и ледяную поверхность. Граница питания или, иначе говоря, снеговая линия в этих случаях резко уходит вверх или вообще исчезает с обнаженной поверхности ледника. В условиях холодных вторжений влажных циклонических масс идет пополнение области аккумуляции выпадающими осадками в любом фазовом состоянии [6].

На языке ледника твердые осадки затормаживают таяние льда и снега, так как повышается альbedo. Жидкие осадки в области языка способствуют усилению таяния снега и льда даже в том случае, когда температура дождя лишь незначительно выше 0°C . Выпадая на ледяную поверхность, они тотчас стекают вниз. Все эти особенности влияния осадков на режим ледника важно критически оценивать и учитывать при расчетах баланса массы ледника.

Ниже предпринимается попытка показать в каком фазовом состоянии находятся атмосферные осадки при разных синоптических ситуациях, чтобы дать представление о том, как это может отразиться на балансовом состоянии ледников в годовом периоде и за более длительные отрезки времени, когда четко вырисовывается картина современной эволюции оледенения. В конце 20-го века смешанные осадки увеличивались, твердые, жидкие уменьшались. В начале 21-го века смешанные начали уменьшаться, затем возрастать, твердые уменьшаться, жидкие возрастать, но незначительно (рис.1).

При более детальном рассмотрении по данным таблицы 1 следует, что в июне выпадение твердых и смешанных осадков в процентном отношении почти близки, в июле и августе преобладают смешанные осадки. В целом за летний период (с июля по август) преобладают смешанные осадки.

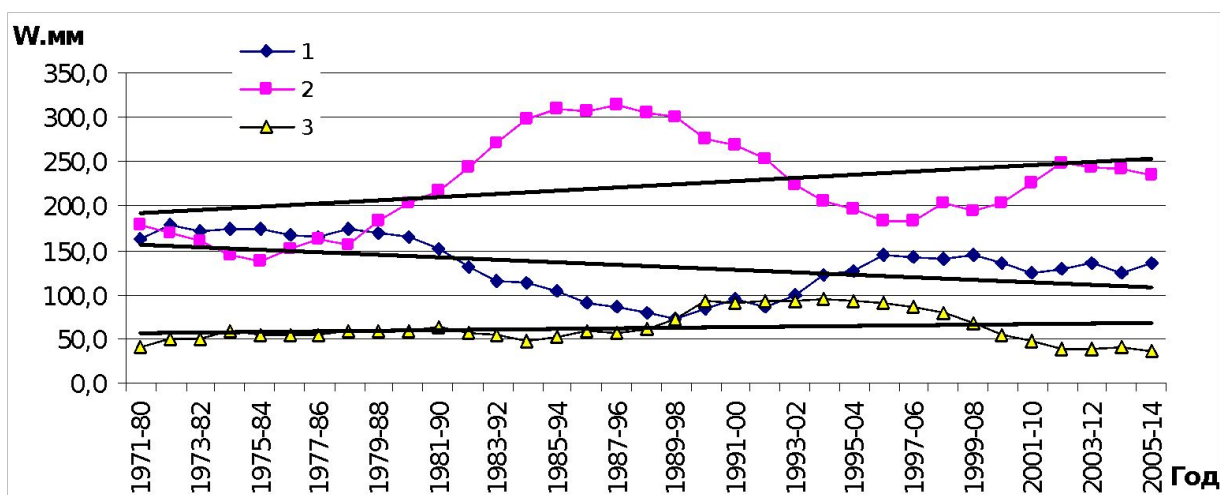


Рис.1. Изменение скользящих суммы осадков в мм по 10-летиям на леднике по данным станции Туйыксу за летний период (1971-2014 гг.). 1-твердые, 2-смешанные, 3-жидкие осадки.

Таблица 1. Средние многолетние значения атмосферных осадков в % по станции Туйыксу за период 1971-2014 гг

Июнь $T = 3,3^{\circ}$			Июль $T = 5,9^{\circ}$			Август $T = 5,9^{\circ}$		
т	с	ж	т	с	ж	т	с	ж
45	47	8	27	55	18	26	52	22
Июнь – Август $T = 5,0^{\circ}$								
	т		с		ж			
	32		53		15			

Примечание. T – средняя многолетняя температура воздуха в $^{\circ}\text{C}$ за исследуемый период, т – твердые, с – смешанные, ж – жидкие осадки.

На фазовый состав выпадения атмосферных осадков влияют синоптические процессы. Для такого анализа использовалась типизация макроциркуляционных процессов, разработанная Б.Л.Дзерdzeевским для Северного Полушария [2]. В отдельную группу им выделена 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 [5]. Рост повторяемости южных циклонов, имеющих малые радиусы действия, большие скорости перемещения и резкие контрасты температур на фронтах вызвали увеличение амплитуды колебаний температуры воздуха в разных регионах, в частности, в горных районах в тёплое время года [4]. В конце 20-го века число суток с ЭЦМ (элементарные циркуляционные механизмы) 13л на леднике стало уменьшаться, но влияние данного типа циркуляции еще велико, стали возрастать другие ЭЦМ, в основном 12-й тип [3]. При 12-ом типе происходит три или четыре блокирующих процесса, три или четыре прорыва южных циклонов. Этот тип формируется при хорошо развитом арктическом антициклоне. Арктические вторжения происходят в тылу циклонических

серий одновременно по нескольким направлениям. Это и обусловило деление типа на несколько ЭЦМ. При ЭЦМ 12бл и 12вл средиземноморские циклоны выходят на Казахстан. Рост суммарной продолжительности ЭЦМ 12-го типа и чередование их с ЭЦМ 13-го создали наилучшие условия для обострения атмосферных фронтов, резких контрастов температуры воздуха в горных районах [4].

При рассмотрении таблицы 2 следует, что, как в бл/г, так и в нбл/г по сумме и по количеству суток с выпадением атмосферных осадков преобладают при ЭЦМ 13л, затем 9-ом типе. ЭЦМ 9 в многолетнем ходе за исследуемый период возрастает [3]. В бл/г существенно добавляется ЭЦМ 12 (12а, 12л), а так же 4-ый (4а, 4б, 4в) тип (нарушение западного зонального переноса вызываемого северным блокирующим процессом), развивающимся над Европой, чаще всего над Восточной. В остальной части высоких широт сохраняются зональные траектории циклонов, пополняемых выходами южных циклонов. Географическое положение южных циклонов и смещение северного блокирующего процесса определяется сезонными различиями циркуляции, чем и объясняется наличия трёх ЭЦМ этого типа [5]. ЭЦМ 12 в многолетнем ходе возрастает, а ЭЦМ 4 уменьшается. Осадки при 4-ом типе выпадают в основном в твердом виде и температура воздуха понижается [3,5]. В бл/г общая сумма атмосферных осадков и количество суток с их выпадением намного больше, чем в нбл/г.

Таблица 2. Атмосферные осадки при различных ЭЦМ на леднике Туйыксу.

Эцм	Благоприятные годы								Неблагоприятные годы							
	Ноб	Σωоб	Nт	Wт	Nс	Wс	Nж	Wж	Ноб	Σωоб	Nт	Wт	Nс	Wс	Nж	Wж
2	11	151,2	5	112,9	1	12,9	5	25,4	34	238,8	14	121,1	11	108,8	9	8,9
3	5	12,0	4	11,6	-	-	1	0,4	21	142,3	11	80,5	6	14,2	4	47,6
4	23	181,1	6	60,8	9	84,3	8	36,0	13	93,9	2	24,1	2	39,3	9	30,5
6	13	91,8	5	40,8	3	23,8	5	27,2	8	64,0	4	45,3	3	18,2	1	0,5
7л	1	1,0	-	-	1	1,0	-	-	13	131,1	4	67,4	9	63,7	-	-
8а	6	19,0	1	4,3	2	9,8	2	4,9	10	92,1	4	43,6	1	4,6	5	13,9
8б	12	130,4	5	44,5	2	20,6	5	65,3	3	10,6	2	4,9	1	5,7	-	-
8в	9	61,0	2	10,7	3	32,0	4	18,3	3	28,0	3	28,0	-	-	-	-
8гл	11	56,3	6	34,3	-	-	5	22,0	1	1,9	-	-	1	1,9	-	-
8гз	2	6,8	2	6,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	48	466,6	18	183,3	15	196,5	15	86,8	39	296,3	11	162,4	15	90,9	13	43,0
10	22	227,4	5	38,0	10	161,9	7	27,5	24	167,9	5	49,6	10	90,5	9	27,8
11	1	6,3	1	6,3	-	-	-	-	1	1,2	1	1,2	-	-	-	-
12а	32	297,8	18	99,9	9	161,2	5	35,7	10	54,4	3	10,8	4	32,9	3	10,7
12л	38	296,5	18	155,2	10	19,6	11	61,7	3	18,9	2	16,9	-	-	1	2,0
13л	104	934,9	36	248,4	46	526,7	22	159,8	86	621,2	29	239,1	30	267,6	27	114,5
Σ	338	2940,1	132	1057,8	111	1311,3	95	571,0	269	1932,6	95	894,9	93	738,3	81	299,4

Примечание: $N_{об}$. – общее количество суток с выпадением осадков, $\Sigma w_{об}$.- общая сумма атмосферных осадков, N_t , N_c , $N_{ж}$ – количество суток с выпадением осадков (твердых, смешанных, жидких), W_t , W_c , $W_{ж}$ – сумма атмосферных осадков (твердых, смешанных, жидких).

Таким образом, на леднике Туйыксу в летний период преобладают смешанные осадки. Большое количество осадков выпадает при ЭЦМ 13л, затем 9-й тип. В бл/г существенно добавляется ЭЦМ 12 (12а, 12л), а также 4-ый тип. По количеству суток и сумме атмосферных осадков (338 и 2940,1 мм) в бл/г значительно больше, чем в нбл/г (269 и 1932,6 мм). В связи с преобладанием лет с **отрицательным балансом** за исследуемый период ледник продолжает сокращаться.

Литература

1. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке – Алматы: Казахский университет, 2001.- 252 с.
2. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. М., 1975. 285с
3. Ерисковская Л.А. Климатические условия ледника Туйыксу. Характеристика и анализ метеорологических данных. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2014. 76 с.
4. Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы Северного полушария и их применение в гляциологии.//МГИ. 2003. Вып. 95. С. 45-65.
5. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому /Отв. ред. А.Б. Шмакин; Ин-т географии РАН – М.: 2009. – 372с.
6. Макаревич К.Г., Пальгов Н.Н., Токмагамбетов Г.А., Вилесов Е.Н., Судаков П.А., Головкова Р.Г., Денисова Т.Я., Егорова Н.Д. Оледенение Заилийского Алатау. М.: 1969. – 287с.