

УДК 551.524.34(574)

**СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА
ЛЕДНИКЕ ТУЙЫКСУ В ТЕЧЕНИИ ГОДА**

Л.А. Ерисковская

Рассматривается изменение солнечной активности, продолжительности солнечного сияния, скорости ветра, относительной влажности, средней месячной температуры воздуха и синоптические процессы по типизации Б.Л. Дзердзеевского на леднике Туйыксу в течении балансового года в благоприятные и неблагоприятные для оледенения годы за период 1972...2009 гг.

Задача перспективного планирования с учетом максимального использования природных ресурсов в нашей стране ставит важнейшие вопросы изучения колебания климата. Необходимо знать масштабы и последовательность колебаний климата, как в прошлом, так и в будущем, а также какие изменения происходили ежемесячно, по сезонам, в течение года. Изменение климата в целом на Земном шаре приводит и к изменению горного климата и это может оказывать воздействие на экономику многих стран мира. В настоящее время внимание ученых все более и более сосредоточивается на высокогорных районах, где формируется подавляющая часть стока, используемого в различных отраслях экономики. Но еще больший научно-практический интерес проявляется к ледникам – важнейшим составляющим водного баланса, особенно во время засушливых периодов, когда ледники представляют по существу единственный источник питания рек в летние месяцы. Ледники – аккумуляторы влаги. Вода в ледниках консервируется на многие сотни и тысячи лет. Ледники можно назвать гигантскими естественными резервуарами пресной воды. Для рассмотрения этого вопроса взят репрезентативный ледник Туйыксу, который располагается на морене на высоте 3450 м, где лабораторией гляциологии Института географии с 1972 года ведутся круглогодичные наблюдения. Проанализированная информация высылается во Всемирную службу мониторинга ледников.

Большой научно-практический интерес представляют метеопроцессы при экстремальных значениях годового баланса массы ледников. Положительный баланс массы ледника за период 1972...2009 гг.

был в 1980/81, 1992/93, 2002/03, 2003/04, 2008/09 годы. Это благоприятные для оледенения годы (бл/г), когда снеговая линия (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, 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. Данные по балансу массы ледника были любезно предоставлены автору К.Г. Макаревичем.

При анализе метеорологических данных, определяемых сотрудниками стационара, использовались: среднемесячная температура воздуха, продолжительность солнечного сияния, относительная влажность, скорость ветра, сумма осадков за месяц.

Большое влияние на климатические изменения оказывает солнечная активность. Значения по солнечной активности взяты с сайта www.ngdc.noaa.gov/stp.

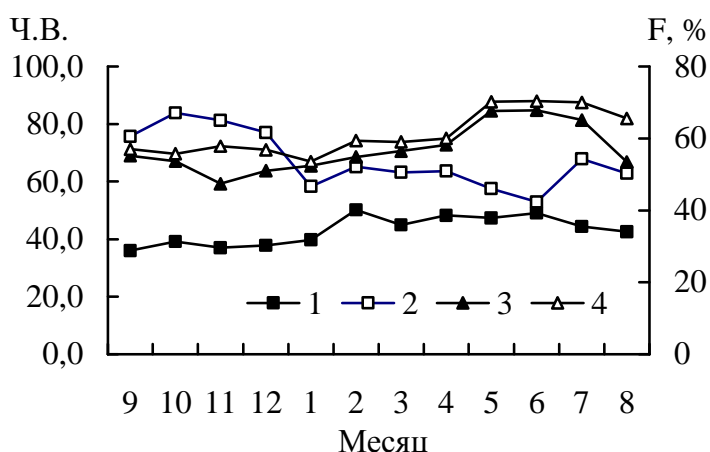


Рис. 1. Ход метеозлементов на леднике Туйыксу. 1 – солнечная активность (числа Вольфа) в неблагоприятные годы; 2 – солнечная активность в благоприятные годы; 3 – относительная влажность (F, %) в неблагоприятные годы; 4 – относительная влажность в благоприятные годы.

Во все месяцы балансового года относительная влажность больше в бл/г, чем в нбл/г, но разница по относительной влажности между бл/г и нбл/г не такая большая, как по солнечной активности (рис. 1). При увеличении солнечной активности обостряется циклоническая

деятельность. Это сказывается на выпадении осадков. В бл/г их выпадало больше, чем в нбл/г, особенно в летний период, как рассматривалось в [7].

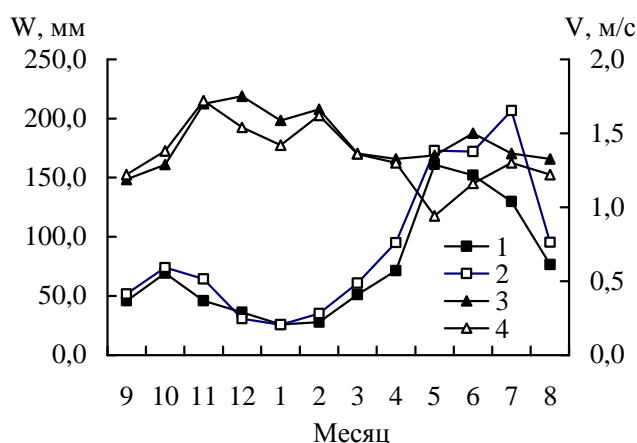


Рис. 2. Ход метеозлементов на леднике Туйыксу. 1 – суммы осадков (W, мм) в неблагоприятные годы; 2 – суммы осадков в благоприятные годы; 3 – скорость ветра (V, м/с) в неблагоприятные годы; 4 – скорость ветра в благоприятные годы.

Скорость ветра в бл/г меньше, чем в нбл/г в основном в летний период (рис. 2). В связи с уменьшением скорости ветра турбулентное перемешивание приземных слоев воздуха и испарение с ледника уменьшается. Это способствует увеличению влажности воздуха. Продолжительность солнечного сияния меньше почти во все месяцы балансового года, правда разница между бл/г и нбл/г незначительная. Температура воздуха в апреле-мае ниже в бл/г, чем в нбл/г (рис. 3). Понижение температуры воздуха в весенние месяцы, (как рассматривалось в [6]), способствует накоплению осадков в твердом виде. В летние месяцы температура воздуха резко начинает возрастать, но в бл/г она остается ниже, чем в нбл/г, хотя разница между ними небольшая (рис. 3).

Большое влияние на климатические изменения оказывают синоптические процессы. Для такого анализа использовалась типизация макроциркуляционных процессов, разработанная Б.Л. Дзердзеевским для Северного полушария [4, 5]. 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 большинст-

во метеорологических экстремумов, в том числе и в Арктическом бассейне, и в горных районах. Рост повторяемости прохождения южных циклонов, имеющих малые радиусы действия, большие скорости перемещения и резкие контрасты температур на фронтах вызвали увеличение амплитуды колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков в разных регионах, в частности, в горных районах в тёплое время года [12].

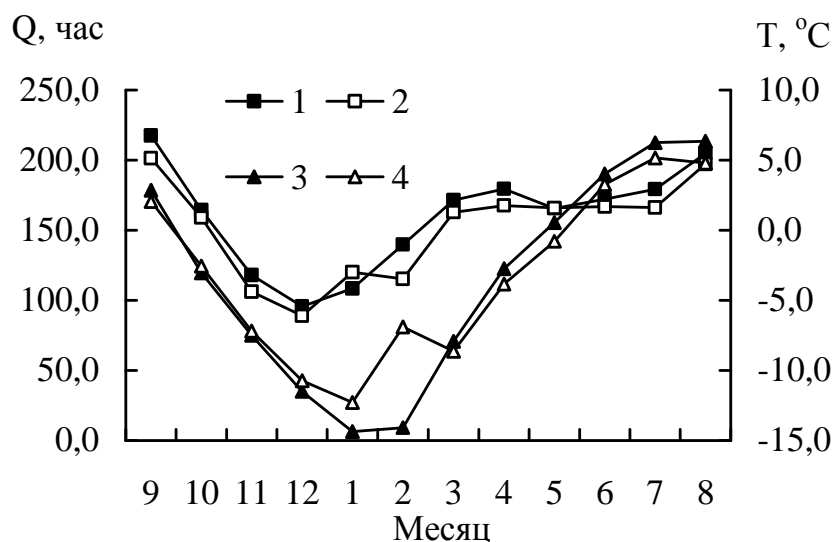


Рис. 3. Ход метеоэлементов на леднике Туйыксу. 1 – продолжительности солнечного сияния (Q, час) в неблагоприятные годы; 2 – продолжительности солнечного сияния в благоприятные годы; 3 – среднемесячная температура воздуха (T, °C) в неблагоприятные годы; 4 – среднемесячная температура воздуха в благоприятные годы.

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 подсчитывались их средние значения отдельно за бл/г и нбл/г (табл. 1). Наибольшее количество осадков на леднике Туйыксу, как отмечалось в работе [7], выпадало при ЭЦМ 13л в основном в летний период. В случае ЭЦМ 13л полярное вторжение отсутствует, отмечается обширная депрессия над Арктическим бассейном и циклоническая деятельность на континентах [5, 11]. В 20 веке продолжительность ЭЦМ 13л росла. Правда, в конце столетия число суток с выпадением осадков на леднике Туйыксу стало уменьшаться, но влияние данного типа циркуляции еще велико. В связи с уменьшением ЭЦМ 13л стала увеличиваться продолжительность других ЭЦМ, в частности типа 12 [8]. Температура воздуха при

выпадении осадков, в основном при ЭЦМ 13л и 12, понижалась, что благоприятно для оледенения. Рост суммарной продолжительности ЭЦМ 12-го типа и чередование их с ЭЦМ 13-го типа создали наилучшие условия для обострения атмосферных фронтов, формирования обильных осадков и резких контрастов температуры воздуха. Как отмечено в работе [9], наиболее благоприятные условия в отношении осадков для Казахстана складываются при меридиональном типе Е, сочетающимся с максимумом солнечной активности. Осадки при этом типе выпадают в основном в твёрдом виде и температура воздуха обычно понижается. В нбл/г в основном преобладает тип С, сочетающийся с минимумом солнечной активности. При меридиональном типе циркуляции (Е) высотный гребень локализован таким образом, что его ось располагается между 30...60° в.д. К востоку и западу от этого гребня обычно имеются глубокие холодные ложбины, которым соответствуют на приземных картах циклоны, обуславливающие в своем тылу вторжения холодных воздушных масс. При меридиональном типе циркуляции (С) в пределах атлантико-европейского сектора планетарная высотная фронтальная зона (ПВФЗ) характеризуется двумя высотными гребнями, расположенными над Западной Европой и Западной Сибирью. Между этими гребнями ПВФЗ имеет сильный изгиб к югу. В отдельных случаях тот или иной высотный гребень может быть развит слабо или усиливаться лишь эпизодически [1]. Исследования показали, что в годы максимума солнечной активности увеличивается глубина циклонов и они становятся более обширными, нежели в годы минимума. Количество осадков в годы максимума солнечной активности в Казахстане увеличивается на 20...30 % от многолетней нормы, а в годы минимума – уменьшается на 30...40 % от нормы. Максимум солнечной активности способствует увлажнению, а минимум – засушливости в Казахстане [3]. Солнечная активность является одним из главных факторов, влияющих на изменение ледникового климата, так как ледники – это чувствительный индикатор. В эпохи циркуляции типа (Е) создаются условия для стационарирования или слабого наступания ледников на Алтае и Юго-восточном Казахстане [2]. Наибольшее количество осадков выпадало в летнее время (рис. 2). В это время преобладал тип циркуляции 13л, 12а (табл. 1а, 1б). Разница по солнечной активности между бл/г и нбл/г в холодный период была намного больше, чем в летний период (рис. 1), а осадков выпадало меньше (рис. 2).

Таблица 1а

Средние значения (число случаев) ЭЦМ в неблагоприятные для оледенения годы на леднике Туйыксу за период 1972...2009 гг.

ЭЦМ	Месяц											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,0	1,8	1,2	0,0	1,6	1,0	0,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1,2	1,6	0,6	1,4	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	1,8	0,2	0,0
3	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	1,4	0,2	2,0	1,2
4	1,0	0,8	0,4	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	1,2	1,0	3,2	1,4
5	0,0	0,0	3,4	0,8	0,0	1,8	1,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	2,4	0,4	0,6
7л	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,8
7з	0,6	1,0	1,8	0,0	0,6	1,6	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
8а	0,0	4,2	0,4	1,8	1,0	0,4	0,0	1,4	1,2	0,0	1,0	0,6
8б	0,0	0,8	2,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,8	1,4	0,4
8в	0,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,4	0,0	1,0
8г	0,6	0,6	1,8	0,0	0,8	0,4	2,0	1,4	1,4	1,0	0,6	2,0
9	2,8	1,6	0,0	0,6	0,0	0,4	2,2	1,8	4,4	4,4	5,8	4,2
10	2,8	0,4	1,0	1,6	0,4	0,0	2,4	2,6	1,0	3,2	3,8	1,0
11	1,8	3,2	4,4	7,6	10,0	5,2	6,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2
12а	1,0	4,2	2,2	1,0	0,6	1,6	4,0	4,8	6,0	5,0	0,8	1,6
12г	1,2	1,8	0,0	2,2	2,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12л	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	5,2	8,6	5,2	1,0	3,0
12з	0,0	6,2	5,6	3,6	6,0	6,2	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13з	1,6	2,4	4,8	8,2	7,8	7,2	7,0	2,0	0,2	0,0	0,0	0,6
13л	11,2	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	3,6	4,0	4,6	10,8	12,4

Таблица 1б

Средние значения (число случаев) ЭЦМ за благоприятные для оледенения годы на леднике Туйыксу за период 1972...2009 гг.

ЭЦМ	Месяц											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,0	1,0	1,8	0,3	0,5	0,4	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,1	2,8	2,0	2,1
3	0,3	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,3	0,5	2,6	2,1	3,0	1,3
4	0,8	0,6	0,0	0,0	0,8	0,9	0,0	0,5	0,6	2,5	2,4	1,6
5	0,5	1,4	0,5	1,5	2,5	2,6	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,5	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,6	2,0	0,8	0,9
7л	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	1,0	2,3	1,0	0,5
7з	0,4	1,0	1,1	1,5	1,9	1,5	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
8а	0,9	2,3	2,5	1,3	0,0	0,4	0,3	0,9	1,5	0,5	0,5	0,0
8б	1,5	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,6	1,1	0,6	0,8
8в	1,0	1,1	0,0	0,3	0,5	0,3	0,0	0,5	0,1	0,3	0,9	0,0
8г	0,4	2,0	0,3	0,4	0,0	0,6	3,4	0,6	0,3	0,0	0,9	0,9

ЭЦМ	Месяц											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
9	2,4	1,6	3,5	1,5	1,5	0,5	1,6	3,1	4,8	5,0	4,5	2,8
10	1,4	0,0	2,0	1,0	0,5	0,9	1,1	1,6	1,0	3,0	3,4	1,8
11	1,9	1,1	3,9	8,0	9,0	6,8	3,8	1,0	0,4	0,0	0,0	0,4
12а	3,0	2,8	3,1	3,6	0,4	1,6	5,1	4,8	4,6	0,6	1,0	2,0
12г	0,8	1,6	1,3	2,3	2,0	2,4	1,9	0,6	1,1	0,0	0,0	0,0
12л	3,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	2,8	4,0	0,3	0,9	2,4
12з	0,0	3,5	2,1	3,4	2,6	3,1	2,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
13з	1,9	8,1	6,1	5,5	8,9	6,4	4,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
13л	5,6	0,9	0,3	0,6	0,0	0,0	0,9	6,0	6,6	7,6	9,3	13,8

Но если посмотреть на табл. 1 (а, б), то в холодный период за исследуемый период в основном преобладал тип 13з (полярные вторжения отсутствуют, циклоническая деятельность над Арктическим бассейном, наличие мощных континентальных антициклонов), 12з (три полярных вторжения: на Северную Америку, Азию, атлантическое побережье Европы), 11 (два полярных вторжения на Северную Америку и Восточную Азию, соединяющие зимние континентальные антициклоны) [11]. При этих ЭЦМ преобладает антициклоническая деятельность. При антициклональной деятельности осадков выпадает меньше.

Заключение. При анализе метеорологических условий и синоптических процессов при увеличении солнечной активности за исследуемый период в летние месяцы выпадают обильные осадки в основном при ЭЦМ 13л. В холодный период преобладает антициклональная деятельность при ЭЦМ 13з, 12з, 11, осадков выпадает меньше. Относительная влажность во все месяцы в бл/г больше, чем в нбл/г. Скорость ветра меньше в основном в летние месяцы в бл/г, чем в нбл/г, в осенние – больше. Продолжительность солнечного сияния с марта по август меньше, средняя месячная температура воздуха ниже в бл/г, чем в нбл/г. Все эти условия способствуют оледенению, но ледник продолжает отступать в последние годы, хотя и более замедлено [10], (так как температура воздуха продолжает возрастать).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Комплексный макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометиздат, 1961. – 211 с.
2. Байдал М.Х. Колебания режима ледников в связи с макроциркуляционными эпохами. // МГИ. – 1964. – Вып. 10. – С. 112-120.
3. Байдал М.Х. Структурный анализ и прогноз колебания климата. / Вопросы прикладной климатологии. // Труды КазНИГМИ. – 1970. – Вып. 35. – С. 3-9.

4. Дзердзеевский Б.Л. Проблемы колебаний общей циркуляции атмосферы и климата. / Воейков и современные проблемы климатологии. – Л.: 1956. – С. 109-122.
5. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. – М.: 1975. – 285 с.
6. Ерисковская Л.А. Климатические изменения в высокогорной зоне Заилийского Алатау на примере ледника Туйыксу. // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 3. – С. 33-38.
7. Ерисковская Л.А. Метеорологическая обусловленность колебаний границы питания на леднике Туюксу. // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №2. – С. 79-88.
8. Ерисковская Л.А. Фазовый состав атмосферных осадков на леднике Туйыксу. // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 4. – С. 108-117.
9. Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Туюксу // МГИ. – 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.
10. Ерисковская Л.А., Пиманкина Н.В. Колебания климата и баланс массы ледника Туйыксу (Иле-Алатау). // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 3. – С. 78-84.
11. Савина С.С. Обобщенные схемы элементарных циркуляционных механизмов. // МГИ. – 1987. – №13. – С. 18-29.
12. Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы Северного полушария и их применение в гляциологии. // МГИ. – 2003. – Вып. 95. – С. 45-65.

Институт географии, г. Алматы

ЖЫЛ ІШІНДЕГІ ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНЫҢ КҮН БЕЛСЕНДІЛІГІ ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ

Л.А. Ерисковская

Тұйықсу мұздығындағы 1972...2009 жж. аралығында мұздауға қолайлы және қолайсыз жылдардағы күн белсенділігінің өзгерістері, күннің жарқырау ұзақтылығы, жел жылдамдығы, салыстырмалы ылғалдылығы, орташа айлық ауа температурасы және Б.Л. Дзердзеевский типі бойынша синоптикалық процесстері қарастырылады.