

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕТНИХ ОСАДКОВ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ КАЗАХСТАНА

Пиманкина Н.В. (pimankina@mail.ru)
ТОО «Институт географии», 050 010 ул. Пушкина 99, Алматы, Казахстан

THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC CIRCULATION ON SUMMERTIME PRECIPITATION IN MOUNTAINS IN KAZAKHSTAN

Pimankina N.V. (pimankina@mail.ru)
LLP «Institute of Geography», 050 010 Pushkin Str, 99, Almaty, Kazakhstan

Key words: circulation, precipitation, glacier balance of mass

Abstract

In mountains of south-east and east Kazakhstan there are near 2700 glaciers, which mostly retreat. The amount and the form of precipitation have significant effects on glacier mass balances, which control the accumulation and the ablation through impact on the surface albedo. This paper analyzed the relationship between the inter-annual variability of the summertime precipitation in the mountains of south-east and east Kazakhstan and on the Tuyuksu Glacier and the large-scale atmospheric circulation types. Results indicated that the most part of atmospheric precipitation in mountains is brought by southern cyclons, but the increase in the meridional northern processes was observed in the last decade. The total summer precipitation associated with these processes also increased along with an increase of summertime solid precipitation. More snowfall during the summer time can greatly increase the albedo and therefore reduce the surface ablation which could result in a weakened negative or even positive mass balances in the region.

Введение

Горное обрамление юго-восточного Казахстана составляют хребты Тянь-Шаня, имеющие в основном субширотное положение, Джунгарский Алатау, Саур-Тарбагатай. На востоке расположены окраинные хребты Алтайской горной системы. Горы юго-востока и востока являются районами распространения современного оледенения. В настоящее время здесь находится примерно 2700 ледников, в основном в стадии деградации.

На баланс массы горных ледников оказывают большое влияние количество, фазовый состав атмосферных осадков, а также число дней с осадками. Осадки определяют аккумуляцию и абляцию, влияют на энергетический баланс ледника, изменяя альbedo поверхности. Жидкие осадки в целом отрицательно влияют на аккумуляцию и могут усилить таяние поверхностного льда.

Продолжительность и фазовый состав осадков, выпадающих над районами оледенения, зависят от погодных условий. Внутригодовой ход осадков зависит как от общей циркуляции атмосферы, так и местных физико-географических условий, в то время как межгодовая изменчивость сумм осадков связана с условиями атмосферной циркуляции. Интенсивность вторжения воздушных масс и, соответственно их последствия, в горных регионах не всегда одинаковы.

В связи с потенциальной возможностью использовать осадки в долгосрочном прогнозе колебаний баланса массы ледников, определена взаимосвязь между типами циркуляции по Б.Л. Дзердзеевскому и изменениями количества атмосферных осадков разного фазового

состава, выпадавших в горных районах юго-восточного и восточного Казахстана в летние месяцы.

Метод и исходные данные

Существуют типизации циркуляционных процессов и различные способы их учета, предложенные в разное время Г.Я. Вангенгеймом, А.А. Гирсом, Б.Л. Дзердзеевским, М.Х. Байдалом. В работах [2,3] выполнен анализ влияния атмосферных процессов (в часто применяемой типизации Г.Я. Вангенгейма) на колебания ледника Туюксу. Были выполнены расчеты коэффициентов корреляции между рядом гляциологических характеристик и показателями атмосферной циркуляции в данной типизации. Количественная оценка связи мало отличалась от нуля. В других работах для оценки влияния синоптических процессов на режим осадков и изменения баланса массы ледника Туюксу использована типизация циркуляционных процессов по Б.Л. Дзердзеевскому [4-6], при этом теснота связи была существенно выше. Анализ связи климатических и гляциологических характеристик, влияющих на режим ледников Сибири и Урала, с циркуляцией атмосферы в Северном полушарии, приведен в [1]. Исследование вклада основных элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) в формирование осадков на территории Русского и Монгольского Алтая (с использованием типизации Б.Л. Дзердзеевского) позволила оценить влияние различных типов ЭЦМ в последние десятилетия [8].

Классификация Б.Л. Дзердзеевского позволяет установить ежедневную смену циркуляционных условий в конкретном регионе. В качестве показателей атмосферных процессов в типизации использована повторяемость числа дней с определенными типами циркуляции. Многолетние ряды продолжительности ЭЦМ (в сутках) приведены в Календаре последовательной смены ЭЦМ за 1899-2014 гг. [7]. Это позволяет сопоставить проявления ЭЦМ с характеристиками метеорологического режима.

Подсчет числа дней с различными типами и подтипами ЭЦМ, числа дней с осадками, выпадающих при этих типах ЭЦМ, а также суточных сумм атмосферных осадков, позволяет оценить влияние макроциркуляционных процессов на изменения режима атмосферных осадков горных районов юго-восточного Казахстана.

В статье рассмотрены данные о количестве осадков, выпавших в июне-августе 1966-1986 гг. на 6 метеорологических станциях, расположенных в Угамском хр. (Западный Тянь-Шань), Заилийском Алатау, Джунгарии и в Казахском Алтае (рисунок 1), и на леднике Туюксу, расположенном в бассейне р. Малая Алматинка в Заилийском Алатау [9].

Для ледника и метеостанций определены суточные суммы выпавших осадков ($> 0,05$ мм). Для высоты пункта «Туюксу-1» (Н=3450 м н.у.м.), где на гляциологической станции Института географии Республики Казахстан ведутся круглогодичные наблюдения, определен фазовый состав осадков (твердые, смешанные, жидкие).

Расчеты сделаны для каждого из летних месяцев (июнь-август), а также по типам и подтипам ЭЦМ. Это позволило провести сравнительный анализ сумм осадков при одинаковых ЭЦМ за разные годы и в разных высотных зонах. Особое внимание уделено анализу данных о количестве дней с выпадением твердых и смешанных осадков, при которых таяние снега и льда в высокогорье приостанавливается.

Определены ЭЦМ, способствующие выпадению осадков в летний период, и проанализированы изменения их повторяемости.

Результаты и интерпретация

Проявления типов ЭЦМ (а значит и условия погоды) в летние сезоны разных лет значительно отличаются. Нами выделены некоторые типы и подтипы ЭЦМ, при которых отмечено наибольшее количество суток с осадками. Анализ данных наблюдений за 20 лет показал, что поступление летних осадков в горные районы юго-восточного и восточного Казахстана обеспечено в основном ЭЦМ 13л - юго-западными циклонами. Отмечена его большая повторяемость – за рассматриваемый период в летние месяцы почти 450 суток. Влияние ЭЦМ 13л больше в Алтае, чем в Угамском хр. Суммы осадков, наблюдаемых на

соответствующих метеостанциях, различаются почти в 3 раза. Велик вклад ЭЦМ 4б, 4в и 9а (таблица 1). При этом разница сумм осадков велика, и при одном и том же подтипе ЭЦМ на разных станциях количество осадков может отличаться в 2-3 и более раз.



Рисунок 1. Расположение метеостанций в юго-восточном и восточном Казахстане

Таблица 1. Процентный вклад макроциркуляционных процессов в общее количество суток с осадками за летний период

Пункт наблюдений	Высота, м	ЭЦМ				
		2а	4б	4в	9а	13л
Блинково	1122	5	6	4	6	18
Туюксу-1	3450	8	8	8	6	22
Сарканд	764	6	9	6	7	21
Катон-Карагай	1081	5	7	5	5	24
Орловский пос.	1106	5	9	5	5	24

Влияние циркуляции атмосферы на формирование аккумуляции и абляции заключается в том, что типу погоды при определенном ЭЦМ соответствуют определенные режимы увлажнения и температуры. Осадки, выпадающие на ледник в твердом виде (летние снегопады), образуют временный снежный покров и влияют на состояние и режим ледника,

препятствуя сходу снежного покрова и таянию льда. Жидкие осадки прогревают снежную толщу на леднике и способствуют сходу накопленного за зимний сезон снега. Однако роль жидких осадков в балансе внешнего массообмена неоднозначна: часть выпадающих жидких осадков в этот же день уходит в сток, часть замерзает. В данной работе рассмотрены только твердые и смешанные осадки.

На рисунке 2 приводится сопряженный график изменения средней суточной температуры воздуха, сумм твердых и смешанных осадков, а также высоты снежного покрова на леднике Туяксу в июне 1993 г. Подсчеты сделаны по типам и подтипам ЭЦМ (указаны на нижней оси).

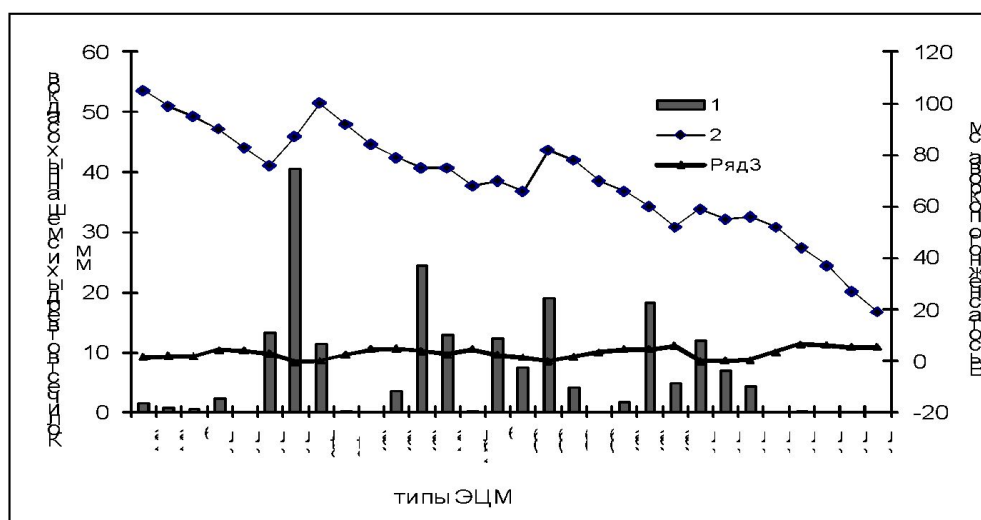


Рисунок 2. Сопряженный ход метеорологических величин на леднике Туяксу, июнь 1993 г. 1- суточное количество твердых и смешанных осадков, мм; 2 - высота снежного покрова, см; 3 – средняя суточная температура воздуха.

Как видно из рисунка, сход снежного покрова приостанавливается в дни действия ЭЦМ 13 л, 9а, 10б после выпадения в течение 3-4 дней твердых и смешанных осадков.

Суммы осадков и количество суток с осадками значительно различаются как по ЭЦМ, так и по абсолютной высоте при одном и том же типе или подтипе ЭЦМ. В таблице 2 показано достаточно типичное изменение сумм осадков с высотой при различных типах и подтипах ЭЦМ. Были подсчитаны суммы осадков, выпавших летом 1980 г. в период действия ЭЦМ 3, 4б и 13л и зафиксированные на метеостанциях, расположенных в долине р. Малая Алматинка в хребте Заилийский Алатау (Северный Тянь-Шань). Суммы осадков, выпавших в верхней части долины, в несколько раз превышают значения осадков, наблюдаемые на МС Алматы, ГМО, расположенной в центре города. Как правило, наибольшие суммы осадков отмечаются на леднике (пункт «Туяксу-1»). При этом продолжительность выпадения осадков при одном и том же типе ЭЦМ на метеостанциях Алтая несколько больше, чем в Заилийском Алатау: например, в июне 1984 г. во время проявления 13л на Алтае выпадение осадков продолжалось 8 суток, а на леднике Туяксу – 5 суток.

Помимо типичного увеличения сумм осадков с высотой, можно отметить различные градиенты осадков при разных типах ЭЦМ. В таблице 2 в качестве примера приведены значения градиента осадков для июня 1980 г.

Таблица 2. Суммы осадков в различных высотных зонах Заилийского Алатау, выпавших за летние месяцы 1980 г.

Пункт наблюдений	Абс. высота, м	Сумма осадков за июнь-август, мм			Вертикальный градиент осадков, мм/100 м		
		ЭЦМ 3	ЭЦМ 4б	ЭЦМ 13л	ЭЦМ 3	ЭЦМ 4б	ЭЦМ 13л
Алматы, ГМО	847	22	11	8	2	1,3	5
Верхний Горельник	2272	43	30	59			
Мынжилки	3017	59	45	94			
Туюксу-1	3450	71	43	136			

В принципе, вопрос оценки градиентов осадков при разных ЭЦМ требует отдельного рассмотрения с точки зрения прогноза чрезвычайных ситуаций при летних ливневых паводках в долинах горных рек.

При сравнении вклада отдельных ЭЦМ в выпадение осадков на леднике Туюксу за весь период наблюдений выяснилось, что в последнее десятилетие несколько снизился вклад ЭЦМ 13л и возросла роль ЭЦМ 9а (рисунок 3). Количество дней с твердыми и смешанными осадками, выпавшими при ЭЦМ 9а, увеличилось.

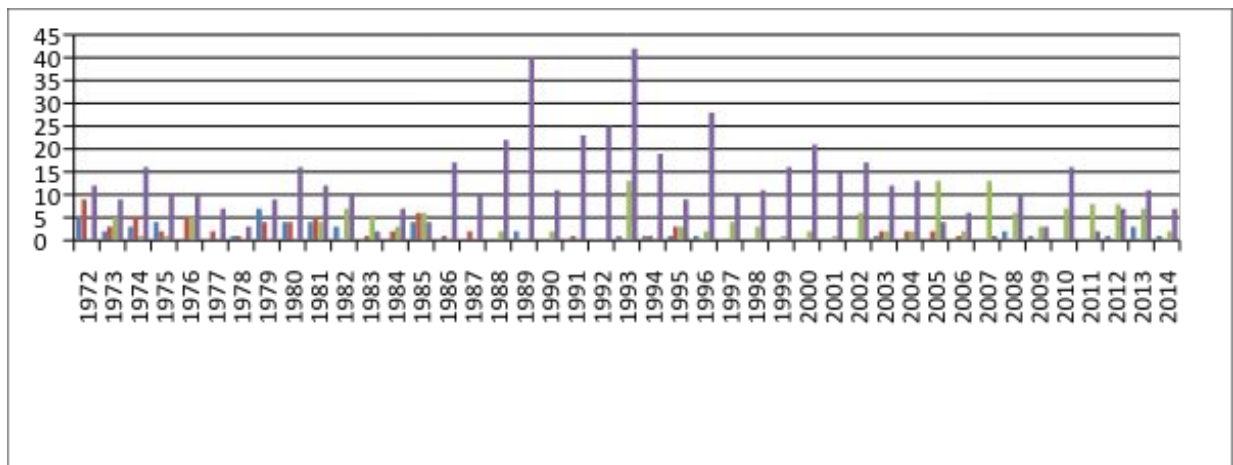


Рисунок 3. Количество суток с выпадением осадков в смешанном и твердом виде по типам ЭЦМ на Туюксу-1 (июнь-август 1972-2014 гг.). 1- ЭЦМ 2а; 2- ЭЦМ 4в; 3- ЭЦМ 9а; 4- ЭЦМ 13л.

ЭЦМ 9а относится к группе меридиональной северной циркуляции. При данном ЭЦМ район ледника Туюксу оказывается на пути циклонов с восточного Средиземноморья, огибающих с юга огромный антициклон, занимающий южную половину Европейской России и Восточной Европы. Кроме того, до Туюксу дотягиваются фронты атлантических циклонов, огибающих европейский антициклон с севера.

Коэффициент корреляции между летним балансом ледника Туюксу и суммарным количеством дней с твердыми и смешанными осадками при ЭЦМ 2а, 4в, 9а и 13л в июне-августе составляет 0,50.

Выводы

Полученные оценки во многом являются предварительными, однако позволяют сделать выводы о том, что большая часть осадков в горах юго-востока и востока Казахстана в июне-августе определяется ЭЦМ 13л, а также 2а, 4в, 9а. Градиент осадков в горах зависит от типа ЭЦМ. Продолжительность выпадения осадков при одном и том же типе ЭЦМ в

разных горных системах отличается. На леднике Туюксу в последнее десятилетие отмечается увеличение количества суток с твердыми и смешанными осадками при типе 9а, что позволяет надеяться на замедление интенсивного таяния ледника.

Литература

1. Ананичева М.Д., Кононова Н.К. Связь температуры воздуха, осадков и баланса массы ледников с макроциркуляционными процессами на северо-востоке Сибири и Полярном Урале// Мат. Гляциол. Исслед. – 2006. – № 98. – С. 58-67.
2. Головкова Р.Г., Т.Я. Денисова, Г.А. Токмагамбетов. Влияние атмосферной циркуляции на энергетический режим и абляцию ледника Туюксу //Мат. Гляциол. Исслед. – 1986. – № 58. – С. 29-34.
3. Денисова Т.Я., Макаревич К.Г., Е.Н. Панова, Г.Н. Чичасов. Влияние крупномасштабных атмосферных процессов на колебания ледников // Мат. Гляциол. Исслед. – 1986. – № 57. – С. 52-58.
4. Дзердзеевский Б.Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии// Материалы метеорологических исследований. М.: изд. Ин-та географии АН СССР и Междувед. Геофиз. Комитета при Президиуме АН СССР, 1968.– 240 с.
5. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / Отв. ред. А.Б. Шмакин. М.: Воентехиздат, 2009. – 372 с.
6. Кононова Н.К., Пиманкина Н.В., Ерисковская Л.А. Анализ изменчивости летних осадков на леднике Туйыксу в зависимости от циркуляции атмосферы//Гидрометеорология и экология. №2. 2014. - С. 70-81.
7. Кононова Н.К. Календарь смены ЭЦМ за 1899-2014 гг. [Электрон. ресурс]. – URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru> (дата обращения 20.09.2015).
8. Малыгина Н.С., Барляева Т.В., Зяблицкая А.Г., Кононова Н.К., Отгобаяр Д., Останин О.В., Папина Т.С. Русский и Монгольский Алтай: особенности макроциркуляционных процессов, обеспечивающих атмосферные осадки в последнее тридцатилетие// Тр. АлтГУ
9. Материалы по исследованию режима ледника Туюксу, 1971-2014 гг. Фонды ТОО «Институт географии» АО ННТХ «Парасат».