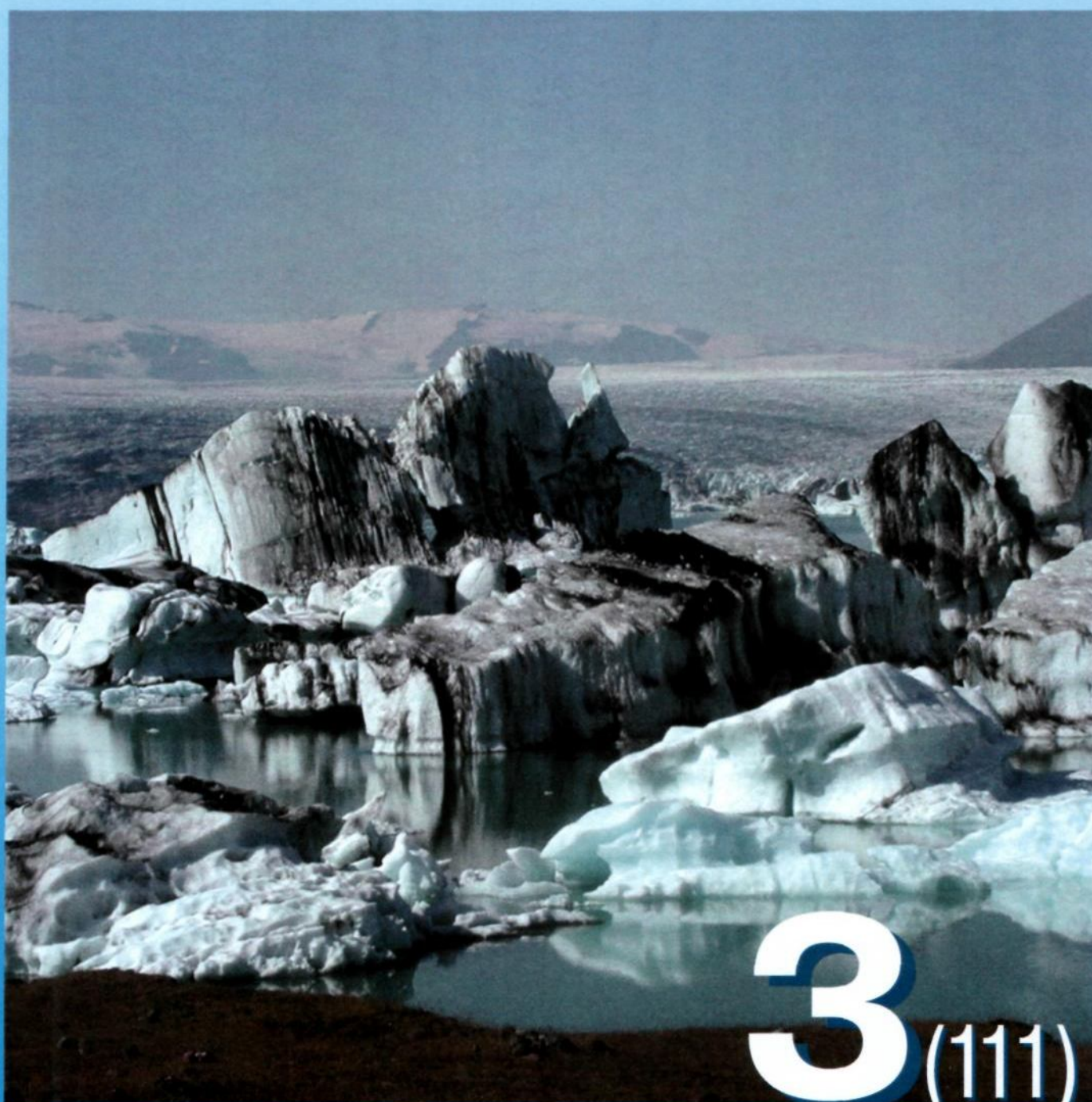


ISSN 2076-6734



Лёд и Снег



3⁽¹¹¹⁾
2010



НАУКА

Изменение осадков холодного периода и продолжительности макrocиркуляционных процессов, обуславливающих их выпадение в различных регионах Восточной Сибири

© 2010 г. Н.К. Кононова

Институт географии РАН, Москва

NinaKononova @yandex. ru

Статья принята к печати 4 октября 2009 г.

Восточная Сибирь, Северное полушарие, снежный покров, твёрдые осадки, температура воздуха, циркуляция атмосферы.

Air temperature, atmospheric circulation, Eastern Siberia, Northern Hemisphere, snow cover, solid precipitation.

В шести физико-географических регионах Восточной Сибири (Север, Северо-Восток, Якутия, Предбайкалье, Западное Забайкалье и Восточное Забайкалье) проанализированы динамика осадков холодного периода (ноябрь-март) в XX - начале XXI в. и её связь с изменением продолжительности типов циркуляции по классификации Б.Л. Дзержевского. Тенденции изменения сумм твёрдых осадков неодинаковы в северных и южных регионах Восточной Сибири и согласуются с тенденциями изменения суммарной продолжительности осадкообразующих ЭЦМ в соответствующих регионах. В северных регионах отмечаются увеличение, а в южных, наоборот, уменьшение продолжительности осадкообразующих ЭЦМ и рост осадков холодного периода. Положительные максимальные температуры в холодный период в северных регионах встречаются крайне редко, а на юге Восточной Сибири они отмечаются преимущественно в первой декаде ноября и последней декаде марта.

Введение

В последние годы практически не публикуются работы по динамике твёрдых осадков, а в тех, что опубликованы [3—5, 14], обсуждаются преимущественно методика наблюдений, её неоднократные изменения на территории России в XX в. и вводимые в связи с этим поправки в показания дождемера и осадкомера, т.е. проблема однородности рядов данных. В [14] отмечается, что в настоящее время отсутствует единый общепризнанный массив данных за период инструментальных наблюдений на сети российских станций.

Вместе с тем оценки, полученные по данным о месячных суммах осадков [4, 5], предлагается рассматривать как наиболее полные на сегодняшний день. Этот анализ проведён по базе данных ИГКЭ [1], которая используется и в настоящей статье. В [14] ряды осадков приведены за период 1936—2006 гг. и представлены в отклонениях от средних за 1961—1990 гг. Тенденции показаны в виде линейных трендов за 1976—2006 гг. Там же обращается внимание на неточность измерения твёрдых осадков — обычно происходит их недоучёт вследствие выдувания. Однако уменьшение скорости приземного ветра способствует увеличению измеренных осадков в результате уменьшения их потерь при испарении. К росту измеренных осадков может привести также замена твёрдых осадков жидкими при потеплении.

Судя по диаграммам в [14], в среднем на территории России отмечаются два периода положительных отклонений годовых сумм осадков от средней: 1946—1966 и 1993—2006 гг. Наибольшее увеличение осадков в

первый период отмечается летом, во второй - весной и осенью. В [14] выделено шесть физико-географических регионов на территории России: Европейская территория РФ, Западная Сибирь, Центральная Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Северо-Восток, Приамурье и Приморье. Во всех физико-географических регионах, кроме Приамурья и Приморья, происходит увеличение средних годовых сумм осадков, наиболее заметное в Западной и Центральной Сибири. Вместе с тем на Северо-Востоке отмечено некоторое уменьшение зимних и летних осадков.

В настоящей работе поставлена задача проанализировать многолетнюю динамику осадков холодного периода в шести физико-географических районах Восточной Сибири (Север, Северо-Восток, Якутия, Предбайкалье, Западное Забайкалье и Восточное Забайкалье). Хотелось также проследить изменение продолжительности элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) в типизации Б.Л. Дзержевского, способствующих формированию снежного покрова за счёт выпадения твёрдых осадков и его сохранению в результате отсутствия в холодный период максимальных положительных температур воздуха, а также определить современные тенденции этих процессов.

Методы и материалы исследования

В работе использована разработанная Б.Л. Дзержевским, В.М. Курганской и З.М. Витвицкой типизация элементарных циркуляционных механизмов Северного полушария [8]. В этой типизации, помимо

Таблица 1. Характеристика групп циркуляции атмосферы Северного полушария в типизации Б.Л. Дзердзеевского

Группа циркуляции	Типы ЭЦМ, входящие в группу	Атмосферное давление в Арктике	Число блокирующих процессов	Число выходов южных циклонов
Зональная	1и2	Высокое	0	2-3
Нарушение зональности	3-7		1	2-3
Меридиональная северная	8-12		2-4	2-4
Меридиональная южная	13	Низкое	0	3-4

выделения четырех групп циркуляции для всего полушария в целом, различающихся преобладающим направлением траекторий барических образований (табл. 1), по тому же принципу выделяются десять групп циркуляции для секторов [6, 7]. Для Сибирского сектора (60—120° в.д.) выделено восемь групп (табл. 2), из которых в трёх преобладает широтная западная циркуляция, а в пяти — долготная северная. Первые три группы составляют обобщённую широтную группу циркуляции, остальные — обобщённую долготную северную. Поскольку эти группы дополняют одна другую до 365 (366) дней в году, то характер и границы циркуляционных эпох определяются по знаку отклонений от средней за 1899—2008 гг. продолжительности обобщённой широтной группы циркуляции.

Рассмотрим холодный период (ноябрь—март) за 1899—2008 гг. Ранее [10] по суточным данным длиннорядных метеостанций (табл. 3) для десятилетий с экстремальным отрицательным отклонением продолжительности широтной циркуляции от средней многолетней (1906—1915 гг.) и экстремальным положительным отклонением (1944—1953 гг.) были определены ЭЦМ, способствующие выпадению обильных снегопадов во всех регионах Восточной Сибири, кроме Северо-Востока.

Для этого использовались: 1) суточные данные метеорологических наблюдений, опубликованные в Летописях Главной физической и Иркутской магнито-метеорологической обсерваторий за 1899—1916 гг.; 2) данные таблиц ТМ-1 из гидрометеорологического архива; 3) данные метеорологических ежемесячников с 1899 по 1953 г. Осадкообразующими считались ЭЦМ, при которых осадки выпадали не менее чем в 60 % случаев и составляли в сумме не менее 50 % месячной суммы осадков рассматриваемого месяца. В табл. 3 приведены все метеостанции, по которым определялись осадкообразующие ЭЦМ, хотя некоторые из них уже не работают (например, Котельниковский маяк). Позже такая работа была выполнена для Северо-Восточного региона.

Для анализа устойчивости набора осадкообразующих ЭЦМ в XX в. и начале XXI в. аналогичный анализ проведён по всем регионам Восточной Сибири для десятилетий 1965—1974 гг. (экстремальное отрицательное отклонение продолжительности широтной циркуляции от средней многолетней во второй половине XX в.) и 1985—1994 гг. (экстре-

мальное положительное). К сожалению, к этому времени некоторые метеостанции были закрыты.

Сравнение набора осадкообразующих ЭЦМ за первую и вторую половины рассматриваемого периода позволило установить различия в двух районах: Предбайкалье и Восточном Забайкалье. Эти различия связаны со смещением траекторий южных циклонов, приносящих осадки в эти районы. Зависимость траекторий барических образований от интенсивности зональной циркуляции была подмечена давно [9, 15] и подтверждается последними исследованиями [13]. В табл. 3 указаны оба набора осадкообразующих ЭЦМ для этих районов.

Для каждого выделенного района сопоставлены многолетние колебания суммарной продолжительности осадкообразующих ЭЦМ и сумм осадков за холодный период. Для этого использована база климатических данных ИГКЭ [1] и расчёты месячной продолжительности ЭЦМ за 1899—2008 гг. [12]. Средняя сумма осадков, как и средняя продолжительность ЭЦМ, рассчитывалась за весь период наблюдений. Для анализа сохранения отрицательных температур воздуха, особенно в начале и конце холодного периода, использовались данные срочных наблюдений за 0, 6, 12 и 18 часов по Гринвичу, а также максимальные суточные температуры воздуха с 26 ноября 1998 г. по 31 марта 2008 г. с сервера «Погода России» [16].

Полученные результаты

В Сибирском секторе за 1899-2008 гг. сменились три различные по характеру циркуляции атмосферы циркуляционные эпохи (рис. 1, а): 1) меридиональная северная циркуляционная эпоха (1899—1934 гг.), более продолжительная, чем на Северном полушарии в целом [12]; 2) продолжительный период колебаний широтной циркуляции около средней многолетней величины, в первой половине которого (1935—1960 гг.) отмечалось некоторое преобладание положительных отклонений (этот период в 1960-е годы рассматривался как зональная циркуляционная эпоха), а во второй (1961-1976 гг.) — отрицательных; 3) зональная эпоха (1977—2008 гг.).

В отличие от других секторов в Сибирском секторе от меридиональной эпохи к зональной меняется не только знак отклонения широтной циркуляции от средней величины, но и происходит смена абсолютного преобладания долготных процессов на широтные.

Таблица 2. Характеристика групп циркуляции атмосферы для Сибирского сектора

Группы циркуляции	ЭЦМ
Широтная западная	2а, 2б, 3, 7ал, 8а, 9а, 10а, 13л
Долготная северная	12а
Широтная западная и долготная южная	2в, 4б, 6, 7бл
Широтная западная и стационарное положение	1а, 1б, 4а, 7аз, 7бз, 9б, 13з
Долготная северная и стационарное положение	5а, 5в, 8вз, 8гз, 11а, 11б, 11г, 12бз, 12вз
Долготная северная и широтная восточная	5б, 5г, 11в, 12г
Долготная северная и широтная западная	8бз, 8бл, 8 ел, 10б
Долготная северная и долготная южная	4в, 8г, 12бл, 12ел

Таблица 3. ЭЦМ, формирующие снегопады в различных районах Восточной Сибири

Физико-географический район	Метеорологические станции	Координаты станций, градусы		ЭЦМ
		широта	долгота (— западная)	
Север Восточной Сибири	Дудинка*	69,4	86,2	1а, 1б, 4а, 7аз, 7бз, 8а, 9а, 9б, 10а, 13з
	Кюсюр*	70,7	127,4	
Северо- Восток Сибири	Среднеколымск*	67,4	153,7	1а, 1б, 4а, 8а, 8бз, 8вз, 8гз, 9б, 11в, 11г, 12а
	Уэлен*	66,2	-169,8	
	Маркове*	64,7	170,4	
	Анадырь*	64,7	177,5	
	Наяхан*	61,9	159,0	
Якутия	Верхоянск*	67,6	133,4	1а, 1б, 4а, 7аз, 7бз, 8а, 9а, 9б, 10а, 12а, 13з
	Якутск*	62,1	129,8	
	Усть-Мая*	60,4	134,5	
	Олёкминск*	60,4	120,4	
	Вилюйск	63,8	121,6	
Предбайкалье	Енисейск*	58,5	92,2	Первая половина XX в.: 1а, 1б, 7аз, 7бз, 8а, 8бз, 9а, 10а
	Тайшет*	55,6	98,0	
	Троицкое	57,4	94,9	Вторая половина XX — начало XXI вв.: 7аз, 7бз, 10а, 11а
	Усть-Илимск	50,0	102,4	
	Иркутск*	52,3	104,3	
	Тулун*	54,4	100,8	
	Киренск*	57,8	108,1	
	Котельниковский маяк	55,0	109,1	
Маритуй	51,5	104,1		
Западное Забайкалье	Петровский завод	51,2	108,5	7аз, 8а, 12бз, 12вз, 12г
	Бабушкин	51,4	105,5	
	Кабанск*	52,1	106,7	
	Хилок	51,2	110,3	
	Чита*	52,0	113,3	
	Улан-Удэ*	51,8	107,4	
	Могзон	51,4	111,6	
Восточное Забайкалье	Оловянная	50,6	115,3	Первая половина XX в.: 1а, 1б, 5б, 7аз, 12бз
	Доно	50,5	118,4	
	Борзя*	50,4	116,5	Вторая половина XX — начало XXI в.: 1а, 1б, 5б, 7аз, 8гз, 12а, 12бз
	Сретенск	52,2	117,4	
	Нерчинский завод*	51,3	119,6	

*Метеостанции, по которым осадкообразующие типы определялись для всего периода (1899—2008 гг.).

Аналогичный ход широтной циркуляции характерен и для холодного периода (см. рис. 1, б): с 1899/1900 по 1935/36 г. — меридиональная северная циркуляционная эпоха; с 1936/37 по 1980/81 г. — период колебания продолжительности широтной циркуляции около средней многолетней; с 1981/82 г. по настоящее время — зональная циркуляционная эпоха.

С ростом продолжительности широтной циркуляции увеличивается поступление тепла на территорию Восточной Сибири с запада и юго-запада, поэтому было важно проверить, не приведёт ли

изменение циркуляционных условий к появлению устойчивых положительных температур, особенно в начале и конце холодного периода, и сокращению времени формирования снежного покрова. С этой целью проанализированы максимальные суточные температуры воздуха в холодный период за последнее десятилетие, которое, по данным [2, 14], оказалось наиболее тёплым в России.

Север Восточной Сибири. Обильные осадки на севере Восточной Сибири выпадают при широтных для этой территории ЭЦМ холодного периода (см.

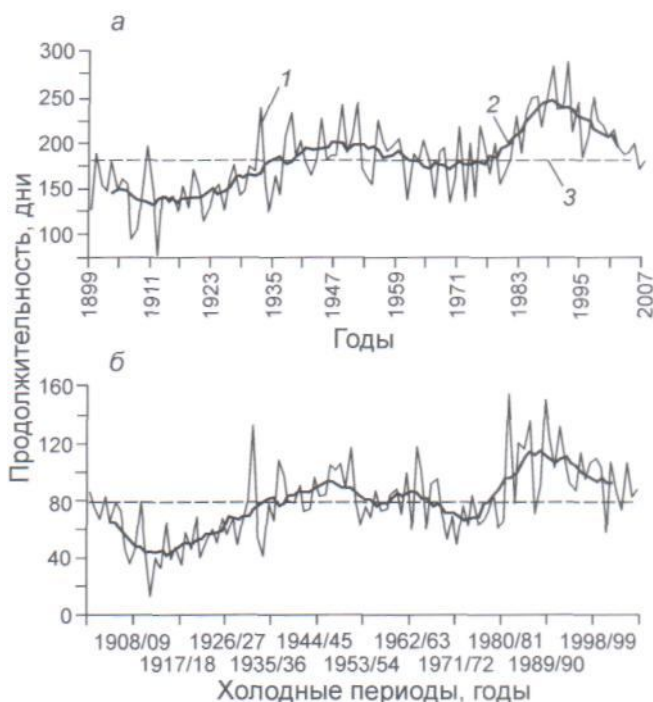


Рис. 1. Суммарная продолжительность обобщённой широтной группы циркуляции в Сибирском секторе (широтная западная + широтная западная в сочетании с долготной южной + широтная западная в сочетании со стационарным положением): а - годовые значения; б - за холодный период; 1 — ежегодные значения; 2 - 10-летняя скользящая средняя; 3 — средняя за 1899-2007 гг.
 Fig. 1. Duration of total zonal circulation group (western zonal + western zonal with southern meridional + western zonal with stationary situation) in Siberian sector: а — annual duration; б — for cold period; 1 — per every year; 2 — 10-year smooth average; 3 — average for 1899—2007

табл. 3). Для Сибирского сектора (см. табл. 2) они входят в группы широтная западная (ЭЦМ 8а, 9а и 10а, перемещение западных циклонов по северу Сибири) и широтная западная в сочетании со стационарным положением (ЭЦМ 1а, 1б, 4а, 7аз, 7бз, 9б, 13з, перемещение западных циклонов по северной периферии мощного сибирского антициклона). Изменение ежегодных сумм осадков за холодный период, по данным длиннорядных станций Дудинка и Кюсюр (рис. 2, а), хорошо согласуется с многолетними изменениями суммарной за холодный период продолжительности выделенных ЭЦМ (рис. 3, а). Это не удивительно, так как на эту территорию в холодный период осадки не могут быть принесены никакими другими процессами. На графиках виден рост количества осадков и продолжительности осадкообразующих ЭЦМ в XX — начале XXI в. С 1953 г. осадки преимущественно превышают среднюю величину за 1906/07—2007/08 гг.

Наибольшее количество осадков (более 150 мм за холодный период) отмечается в 1978—1995 гг. Макси-

мум на обеих кривых приходится на 1980-е - начало 1990-х годов. Затем происходит спад до уровня многолетней средней. Максимальное количество осадков (238 мм за холодный период) отмечалось в 1978 г., вторичный максимум (230 мм) был в 1968 г. Коэффициент корреляции изменения продолжительности осадкообразующих ЭЦМ и сумм осадков холодного периода за 1906—2008 гг., рассчитанный по 10-летним скользящим средним значениям (табл. 4), составляет 0,81 на уровне значимости 0,95. Поскольку, как отмечалось, осадкообразующие ЭЦМ выделялись по суточным данным, т.е. с максимально возможной точностью, коэффициент корреляции между кривыми сумм осадков и продолжительности осадкообразующих ЭЦМ показывает, что в течение всего рассматриваемого периода осадки на севере Сибири выпадают в основном при одних и тех же ЭЦМ.

За последнее 10-летие несколько случаев положительной максимальной температуры воздуха на станции Дудинка (по станции Кюсюр суточные данные отсутствуют) зафиксировано в начале ноября и в конце марта. Наибольшая максимальная температура в ноябре (0,3 °С) отмечалась 5.11.2007 г.; наибольшая максимальная температура в марте (1,3 °С) была 29.03.2008 г., предыдущий максимум (1,0 °С) пришёлся на 30.03.1999 г.

Таким образом, увеличение количества осадков и отсутствие положительных температур воздуха течение практически всего холодного периода обеспечивает рост толщины снежного покрова на севере Сибири [17].

Северо-Восток Сибири. Этот регион (к востоку от 120° в.д. и к северу от 60° с.ш.) наиболее сложен для определения макропроцессов, приносящих обильные снегопады. Здесь сказывается влияние западных и южных (тихоокеанских) циклонов. Если западные циклоны приходят сюда уже ослабленными и приносят мало осадков, то на долю тихоокеанских приходится большая часть суммы осадков холодного периода.

В соответствии с группировкой для дальневосточного сектора [6, 7] (территория между 120° и 170° Е) осадкообразующие ЭЦМ Северо-Востока Сибири (табл. 3) относятся к четырём группам ЭЦМ:

ЭЦМ 1а и 12а — долготная южная (перемещение южных циклонов вдоль дальневосточного побережья с выходом на Чукотский полуостров);

ЭЦМ 4а, 8а, 8вз, 8гз и 9б — широтная западная в сочетании с долготной южной (перемещение циклонов с запада вдоль северных берегов Сибири с одновременным выходом южных циклонов на Чукотский полуостров).

ЭЦМ 1б — широтная западная в сочетании со стационарным положением (перемещение циклонов с запада вдоль северных берегов Сибири по северной

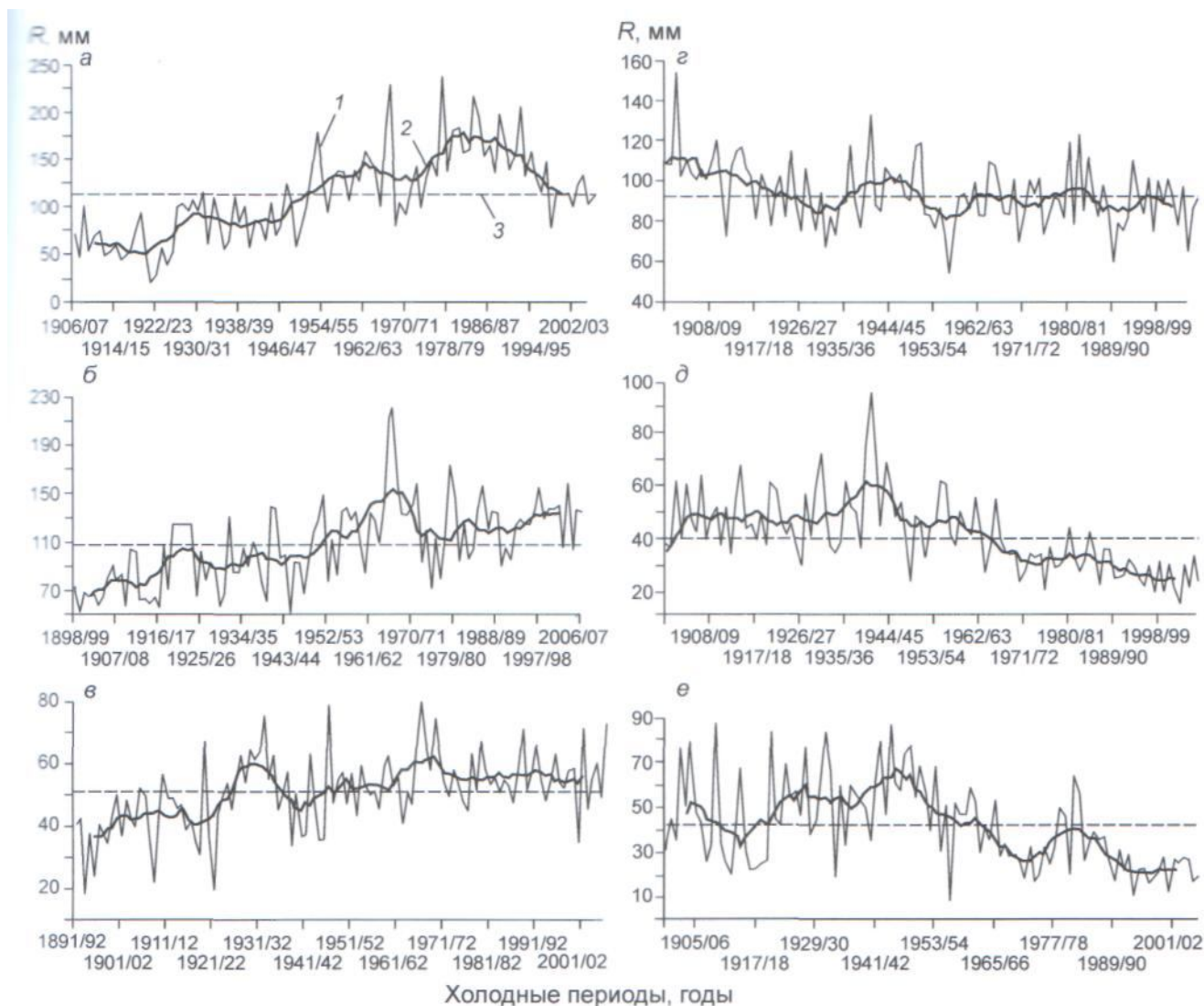


Рис. 2. Многолетние изменения сумм осадков за холодный период (ноябрь—март):
 ■ - на севере Восточной Сибири; б — на северо-востоке Восточной Сибири; в - в Якутии; г — в Предбайкалье; д - в Западном Забайкалье; е — в Восточном Забайкалье; / — средняя по данным всех метеостанций региона сумма осадков за каждый холодный период; 2 — 10-летняя скользящая средняя; 3 — средняя за период наблюдений.
 Fig. 2. Average precipitation sum in cold period (XI—III):
 а — north of Eastern Siberia; б — north-east of Eastern Siberia; в - Yakutia; г — Predbaikalie; д — West Transbaikalie; е - East Transbaikalie; / — average precipitation sum for all stations in region, in everyone cold period; 2 — 10-year smooth average; 3 — average for observation period

периферии сибирского антициклона, занимающего большую часть Сибири);

ЭЦМ 8бз, 11в и 11г — долготная северная в сочетании с долготной южной (прорыв южных циклонов на Чукотский полуостров вдоль дальневосточного побережья, когда сибирский антициклон соединён северным отрогом с арктическим антициклоном).

Ежегодные суммы осадков за холодный период, по данным длиннорядных станций Среднеколымск, Уэлен, Марково, Анадырь и Наяхан (см. рис. 2, б), увеличиваются с 1899/1900 к 2007/08 г. До 1951/52 г. они были преимущественно меньше средней многолетней, а с 1952/53 г. по настоящее время — больше средней.

Наибольшее количество снега выпадало с 1949/50 по 1981/82 г. Максимум (221 мм) пришелся на 1966/67 г., вторичный максимум (213 мм) — на 1965/66 г.

Многолетний ход сумм осадков согласуется с ходом продолжительности осадкообразующих ЭЦМ холодного периода (см. рис. 3, б). До 1945 г. она была в основном ниже средней многолетней, а с 1946/47 г. по настоящее время — преимущественно выше средней. Коэффициент корреляции между сглаженными по 10-летиям кривыми составляет 0,69 на уровне значимости 0,95 (см. табл. 4).

За последнее 10-летие положительные срочные температуры воздуха в холодный период (данные по

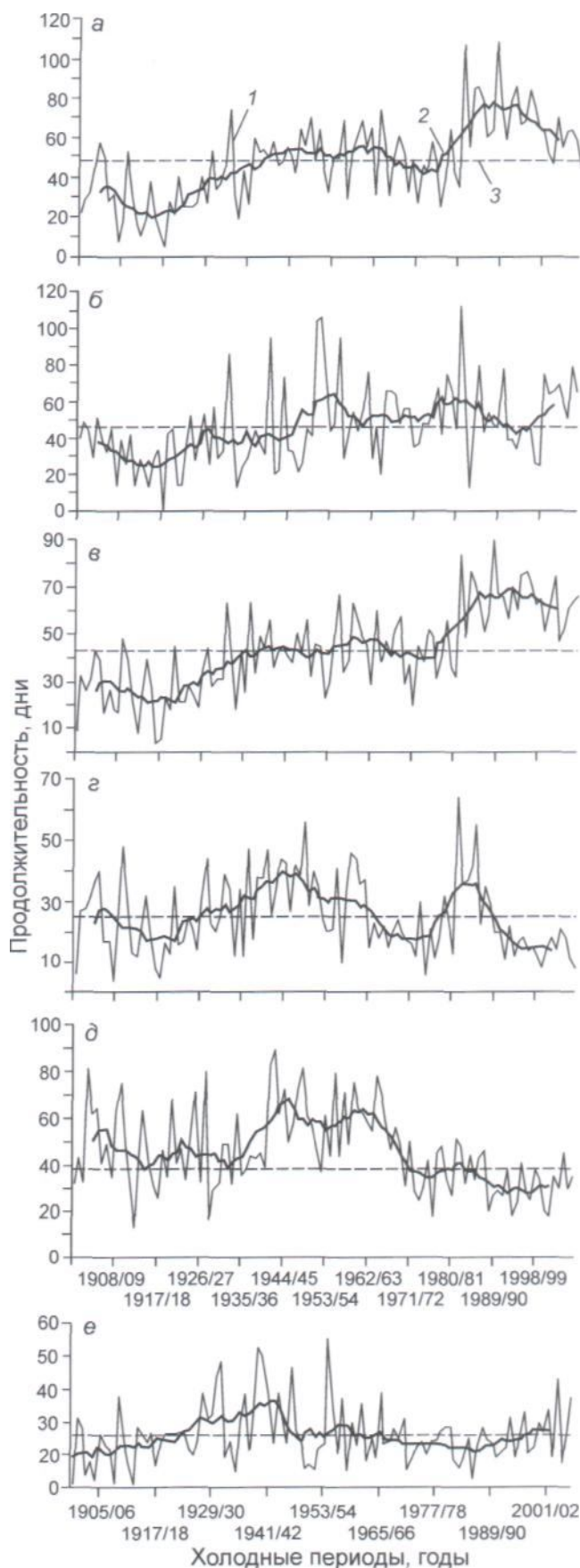


Таблица 4. Коэффициенты корреляции 10-летних скользящих средних сумм осадков холодного периода и продолжительности осадкообразующих ЭЦМ в различных физико-географических районах Восточной Сибири

Физико-географический регион	Коэффициент корреляции
Север	0,81
Северо-Восток	0,69
Якутия	0,62
Предбайкалье:	0,12
вариант 1	0,55
вариант 2	
Западное Забайкалье	0,69
Восточное Забайкалье:	0,19
вариант 1	0,61
вариант 2	

максимальной температуре не приведены) на станциях Марково и Среднеколымск отсутствовали. На станциях Уэлен и Анадырь (по станции Наяхан суточные данные отсутствуют) они отмечались в некоторые годы в 12-часовой срок по поясному времени (в 0 часов по Гринвичу) в ноябре, марте, а в Анадыре - даже в декабре (табл. 5).

В Уэлене из 20 случаев положительной температуры 15 приходится на ноябрь и 5 на март. В ноябре наиболее высокие температуры отмечены 4.11.2003 г. (4,2 °С) и 29.11.2007 г. (5,0 °С). Последняя дата оказывается и наиболее поздней. Кроме неё, положительные температуры в последнюю неделю ноября отмечались 23.11.2004 и 28.11.2006 гг. В марте наиболее высокие температуры не превышали 3,0 °С (17—18.03.2003 г.). Самая ранняя дата с нулевой температурой - 10.03.2000 г.

В Анадыре отмечено 37 случаев положительной температуры за холодный период тех же лет, 26 из них приходится на ноябрь, два — на декабрь и девять — на март. Самые высокие температуры в начале холодного периода отмечались 2-4.11.2004 г. (4,0 °С), наиболее поздние даты - 1-2.12.2007 г. (1,7 и 0,8 °С соответственно). В марте наиболее ранние даты отмечены 5 и 6 марта 2003 г. (0 и 0,2 °С соответственно). Наиболее высокая температура (2 °С) была 21.3.2004 г.

Возможно, положительные температуры воздуха в первом и последнем месяцах холодного периода

Рис. 3. Многолетние изменения суммарной продолжительности ЭЦМ со снегопадами за холодный период (ноябрь-март) в 1899-2007 гг.:

a - на севере Восточной Сибири; *b* — на северо-востоке Восточной Сибири; *v* — в Якутии; *z* — в Предбайкалье; *d* — в Западном Забайкалье; *e* - в Восточном Забайкалье; *1* — продолжительность ЭЦМ в каждом холодном периоде; *2* — 10-летние скользящие средние; *3* - средняя за 1899—2007 гг. **Fig. 3.** Duration of ECM with snowfall for cold period in 1899-2007:

a — north of Eastern Siberia; *b* - north-east of Eastern Siberia; *v* — Yakutia; *z* — Predbaikalie; *d* — West Transbaikalie; *e* - East Transbaikalie; *1* — duration of ECM in everyone cold period; *2* — 10-year smooth average; *3* - average for 1899-2007

объясняют уменьшение толщины снежного покрова, несмотря на увеличение зимних осадков (см. рис. 2, б) в этом регионе [17].

Якутия. Снегопады в Якутии связаны с теми же ЭЦМ, что и на севере Сибири (см. табл. 3). К ним добавляется тип ЭЦМ 12а, долготный северный для Сибирского сектора, при котором в зимнее время Якутия часто оказывается в поле деятельности тихоокеанских циклонов.

Ежегодные суммы осадков за холодный период, по данным длиннорядных станций Верхоянск, Якутск, Усть-Мая и Олёкминск (см. рис. 2, в), увеличиваются с 1891/92 к 2006/07 г. До 1925/26 г. они были преимущественно меньше средней многолетней, с 1926/27 г. по настоящее время — в основном больше средней. Наибольшее количество снега выпадало с 1926/27 по 1937/38 гг. и с 1965/66 по 1974/75 гг. Максимум (80 мм) пришелся на 1966/67 г., вторичный максимум (79 мм) — на 1946/47 г. Больше 70 мм осадков выпало также в холодные периоды 1932/33 (76 мм), 1969/70 (74 мм), 1988/89 (71 мм), 2001/02 (71 мм) и 2006/07 гг. (73 мм).

Многолетний ход сумм осадков согласуется с ходом продолжительности осадкообразующих ЭЦМ холодного периода (см. рис. 3, в). До 1936/37 г. она была в основном ниже средней многолетней, а с 1936/37 г. по настоящее время — преимущественно выше неё. Увеличение продолжительности осадкообразующих ЭЦМ в последние 30 лет привело к тому, что осреднённые по названным станциям суммы осадков почти все годы оказываются выше средней, а отмеченные значительные суммы последних лет приходятся на всплески продолжительности осадкообразующих ЭЦМ: в 1988/89 г. продолжительность составила 89 дней, максимальная за весь период; в 2001/02 г. — 74 дня, в 2006/07 г. — 66 дней при средней продолжительности 43 дня. Коэффициент корреляции изменения продолжительности осадкообразующих ЭЦМ и сумм осадков холодного периода за 1899—2007 гг., рассчитанный по 10-летним скользящим средним значениям, составляет 0,62 на уровне значимости 0,95 (см. табл. 4).

За последнее 10-летие положительные срочные температуры воздуха в холодный период (данные по максимальной температуре не приведены) на станциях Верхоянск, Якутск и Усть-Мая (по станции Олёкминск суточные данные отсутствуют) отмечались в некоторые годы преимущественно в последних числах марта и очень редко в первой половине ноября (табл. 6). В основной части холодного периода они не наблюдались.

Показательно, что в конце марта 2001, 2003 и 2008 гг. положительные температуры отмечались на всех трёх станциях. В эти дни, 30—31 марта 2001 г., действовал ЭЦМ 13л, при котором сибирский антициклон разрушается, а циклоническая деятельность

Таблица 5. Случаи положительной срочной температуры воздуха (°С) на метеостанциях Северо-Востока Сибири в ноябре 1998 г. — марте 2008 г. [10]

Дата	Температура	Дата	Температура	Дата	Температура
10.03.2000	0	<i>Уэлен</i>		15.03.2005	0,3
		1.11.2002	1,5		
9.11.2000	0,3	1.11.2003	2,0	1.11.2005	0,3
10.11.2000	2,1	2.11.2003	2,5	1.11.2006	2,6
6.11.2001	2,0	3.11.2003	3,2	28.11.2006	1,4
16.03.2002	1,0	4.11.2003	4,2	6.11.2007	1,3
17.03.2002	3,0	15.11.2004	2,5	29.11.2007	5,0
18.03.2002	3,0	23.11.2004	1,5		
9.11.1999	0	<i>Анадырь</i>		20.03.2004	1,0
		27.11.2001	0,1		
10.11.1999	0	20.03.2002	0,2	21.03.2004	2,0
15.11.1999	0	1.11.2002	0	1.11.2006	0,6
16.11.1999	0	5.03.2003	0	2.11.2006	0,5
8.03.2000	0	6.03.2003	0,2	19.11.2006	0,5
9.03.2000	0	1.11.2003	2,0	31.03.2007	0,1
10.03.2000	0	2.11.2003	4,0	28.11.2007	1,3
9.11.2000	1,0	3.11.2003	4,0	29.11.2007	0,1
10.11.2000	1,0	4.11.2003	4,0	30.11.2007	1,8
11.11.2000	1,0	5.11.2003	3,0	1.12.2007	1,7
5.11.2001	0	6.11.2003	3,0	2.12.2007	0,8
25.11.2001	1,2	7.11.2003	3,0		
26.11.2001	1,1	27.11.2003	0		

Таблица 6. Случаи положительной срочной температуры воздуха (°С) на метеостанциях Якутии в ноябре 1998 г. — марте 2008 г. [16]

Дата	Температура	Дата	Температура	Дата	Температура
Верхоянск					
28.03.2001	1,3	29.03.2003	0,1		
30.03.2008	0,1	30.03.2003	0,1		
Усть-Мая					
23.03.2001	2,0	31.03.2002	2,0	17.03.2008	0,4
24.03.2001	3,3	21.03.2003	2,0	18.03.2008	1,1
25.03.2001	3,2	28.03.2003	0,1	25.03.2008	1Д
26.03.2001	3,2	29.03.2003	2,0	26.03.2008	1,8
27.03.2001	3,3	30.03.2003	1,8	27.03.2008	8,3
28.03.2001	4,5	31.03.2003	1,8	28.03.2008	6,5
29.03.2001	6,1	9.11.2005	0,4	29.03.2008	0,7
30.03.2001	7,0	11.11.2005	0,8	30.03.2008	1,7
31.03.2001	5,0	9.11.2006	2,8	31.03.2008	2,7
Якутск					
30.03.2000	0	21.03.2003	1,1	17.03.2008	0,5
28.03.2001	3,0	28.03.2003	2,0	27.03.2008	2,7
29.03.2001	4,1	29.03.2003	4,3	28.03.2008	3,6
30.03.2001	1,2	30.03.2003	0,2	30.03.2008	3,2
31.03.2001	2,0	31.03.2003	2,0	31.03.2008	1,0

развивается в Арктике и на большей части континентов. 25—30 марта 2003 г. был ЭЦМ 13з, при котором отрог сибирского антициклона направлен на северо-восток (там в это время повышения температуры не наблюдалось), а западные и юго-западные циклоны доходят до Якутии. С 30 марта по 3 апреля 2008 г. отмечался предвесенне-предзимний ЭЦМ 9б,

при котором сибирский антициклон располагается над Предбайкальем и Забайкальем, а по северу Сибири и Якутии проходят циклоны с запада.

Предбайкалье. Снегопады в Предбайкалье связаны с теми ЭЦМ, при которых либо юго-западные, либо «ныряющие» циклоны выходят на эту территорию (см. табл. 3). Встречая преграду в виде мощного сибирского антициклона, циклоны становятся малоподвижными, их фронты обостряются в результате затока холодного воздуха, а количество осадков оказывается значительным.

Набор осадкообразующих ЭЦМ претерпел изменения в течение XX в. В первой половине века «ныряющие» циклоны достигали Предбайкалья при ЭЦМ *1a*, *1б*, *7аз*, *7бз* и *10 а*. При ЭЦМ *9а* проникновение ныряющих циклонов сочеталось с выходом на эту территорию юго-западных циклонов, а при ЭЦМ *8а* — южных. При ЭЦМ *8бз* на Предбайкалье выходили циклоны с юга Западной Сибири. Во второй половине XX в. в связи с сокращением площади арктического антициклона траектории атлантических циклонов при ЭЦМ *1а*, *1б* и *9а* сместились к северу, а сибирский антициклон распространился на Предбайкалье. При ЭЦМ *8а* и *8бз* циклоны также почти перестали выходить на Предбайкалье. Зато смещение к востоку и сокращение по площади сибирского антициклона при ЭЦМ *11а* открыло путь на Предбайкалье атлантическим циклонам.

Ежегодные суммы осадков за холодный период, по данным длиннорядных станций Енисейск, Иркутск, Киренск, Тайшет и Тулун (см. рис. 2, *з*), с 1899/1900 к 2007/08 г. в целом уменьшаются. Исключительно выше средней они были с 1899/1900 по 1910/11 г., по 1935/36 г. они были в основном ниже средней. Новое увеличение сумм осадков холодного периода приходится на 1936/37-1950/51 гг. После этого отмечаются два периода заметного уменьшения сумм осадков холодного полугодия: с 1951/52 по 1960/61 и с 1988/89 по 1992/93 гг. В остальное время отмечается колебание сумм осадков около средней. В последнее десятилетие отрицательные отклонения преобладают над положительными. Наибольшее количество снега (154 мм в среднем по указанным станциям) выпадало в 1901/02 г., вторичный максимум (133 мм) пришелся на 1940/41 г. Существенно больше среднего выпало в 1980/81 (119 мм) и в 1982/83 гг. (122 мм). Наименьшее количество осадков холодного периода отмечалось в 1956/57 (55 мм), в 1989/90 (60 мм) и в 2004/05 (65 мм) гг.

Многолетний ход сумм осадков холодного периода в основном согласуется с ходом продолжительности осадкообразующих ЭЦМ (см. рис. 3, *з*). В течение первого 20-летия продолжительность осадкообразующих ЭЦМ первой половины века уменьшалась, минимум (4 дня) отмечался в 1907/08 г., второй минимум (5 дней) — в 1917/18 г. Повышение продолжи-

тельности отмечалось в 1940-е годы. Во второй половине XX в. максимум приходится на 1981/82 г. (64 дня). С 1989/90 г. суммарная продолжительность ЭЦМ со снегопадами не превышает средней.

В силу изменения в течение рассматриваемого периода набора ЭЦМ, способствующих выпадению осадков, коэффициент корреляции сумм осадков холодного периода с осадкообразующими ЭЦМ за всё время наблюдений невысок: для изначального набора он составляет всего 0,12, а для более позднего — 0,55 (см. табл. 4). Возможно, играет роль и то, что за первую половину периода наблюдений осадкообразующие ЭЦМ определялись по данным девяти станций (см. табл. 3), а длинные ряды осадков есть только по пяти. За вторую половину периода осадкообразующие ЭЦМ определялись по тем же станциям, по которым есть ряды осадков. Коэффициент корреляции сумм осадков холодного периода и продолжительности осадкообразующих ЭЦМ за 1966/67— 2006/07 гг. составил 0,73.

В Предбайкалье с 26 ноября 1998 г. по 31 марта 2008 г. отмечалось 318 дней с максимальной температурой 0 °С и выше, из них 50 дней положительная температура отмечалась на всех пяти станциях, по которым есть ежедневные данные за этот период (Енисейск, Иркутск, Киренск, Тайшет, Тулун). Большинство случаев положительной температуры отмечалось при ЭЦМ *13з* (30%), *9б* (20%) и *12а* (10%) (табл. 7).

В течение 32 дней положительная максимальная температура отмечалась в марте, 18 дней — в ноябре. Самые высокие максимальные температуры были

Таблица 7. Повторяемость ЭЦМ, на которые приходятся максимальные положительные температуры воздуха на юге Восточной Сибири

ЭЦМ	Повторяемость, %	ЭЦМ	Повторяемость, %
<i>А – в Предбайкалье</i>			
<i>13 з</i>	30	<i>12 а</i>	10
<i>8зз</i>	8	<i>13л</i>	4
<i>9а</i>	2	<i>7 аз</i>	2
<i>5з</i>	2	<i>12 бз</i>	10
<i>9б</i>	20	<i>5б</i>	2
<i>10 а</i>	6	<i>12 ел</i>	2
<i>16</i>	2	<i>Сумма</i>	100
<i>Б – в Западном Забайкалье</i>			
<i>13з</i>	22,1	<i>11г</i>	7,4
<i>12 а</i>	11,8	<i>9а</i>	7,4
<i>9б</i>	11	<i>10 а</i>	6,6
<i>8зз</i>	8,1	<i>Сумма</i>	74,4
<i>В – в Восточном Забайкалье</i>			
<i>13з</i>	25	<i>1а</i>	4,7
<i>9б</i>	15,6	<i>8зз</i>	4,7
<i>9а</i>	10,1	<i>5б</i>	3,1
<i>12 а</i>	7,8	<i>7аз</i>	3,1
<i>12бз</i>	7,8	<i>16</i>	1,6
<i>10а</i>	7,8	<i>3</i>	1,6
<i>13л</i>	6,2	<i>Сумма</i>	99,1

5 марта 2000 г. (Иркутск 12,2 °С) и 24 марта 2008 г. Енисейск 15,1 °С, Тайшет 13,4 °С). Самая ранняя дата — 1 ноября 2007 г., ЭЦМ 96; самые поздние — 31 марта 2003 г., ЭЦМ 96; 31 марта 2005 г., ЭЦМ 13з;

1 марта 2008 г., ЭЦМ 96. 28 дней положительные максимальные температуры фиксировались при зимних типах циркуляции, 12 дней — при предзимне-предвесенних, 7 дней — при весенне-осенних и три дня — при летних. 15 дней положительные максимальные температуры в холодный период были при ЭЦМ 13з, когда Предбайкалье часто оказывается в теплом секторе циклонов, проходящих севернее.

Западное Забайкалье. Снегопады в Западном Забайкалье связаны с теми ЭЦМ, при которых юго-западные и южные циклоны выходят на эту территорию (см. табл. 3). Ежегодные суммы осадков за холодный период по данным длиннорядных станций Кабанск, Улан-Удэ и Чита (см. рис. 2, д) с 1899/1900 к 2007/08 г. в целом уменьшаются. С начала века до зимы 1966/67 г. они были больше средней, а затем вплоть до настоящего времени — меньше средней величины. Период наибольшего увеличения осадков приходится на 1939/40—1944/45 гг. Первый максимум (95 мм) был в 1940/41 г., второй (75 мм) — в 1939/40 г. Наименьшее количество осадков (16 мм) отмечено в 2002/03 г. С 1985/86 г. осадки холодного периода ни разу не достигли средней величины.

Многолетний ход сумм осадков согласуется с ходом продолжительности осадкообразующих ЭЦМ холодного периода (см. рис. 3, д). С начала XX в. по 1971/72 г. суммарная продолжительность ЭЦМ со снегопадами в Западном Забайкалье была преимущественно выше средней, а затем ниже нее. Существенное увеличение продолжительности приходится на период с 1937/38 по 1969/70 гг. В это время суммарная продолжительность ЭЦМ со снегопадами, кроме 1952/53 г., была выше средней. Максимальная продолжительность (89 дней) отмечалась в холодный период 1942/43 г., вторичный максимум (83 дня) приходится на 1941/42 г. Продолжительность, равная 81 дню, отмечалась в 1902/03 и 1948/49 гг.

В течение последнего десятилетия суммарная продолжительность ЭЦМ со снегопадами только в 2004/05 г. была выше средней, в остальные годы — существенно ниже (в 2001/02 г. — 18 дней). Коэффициент корреляции изменения продолжительности осадкообразующих ЭЦМ и сумм осадков холодного периода за 1899—2008 гг., рассчитанный по 10-летним скользящим средним значениям, составляет 0,69 на уровне значимости 0,95 (см. табл. 4).

Суточные данные по максимальной и срочной температуре воздуха за последнее 10-летие представлены в архивах для разных метеорологических станций за разные периоды лет. Так, за период с 26 ноября 1998 г. по 29 февраля 2000 г. максимальная

суточная температура анализировалась по данным двух станций — Улан-Удэ и Чита; с 1 марта 2000 г. по 31 марта 2004 г. — по данным шести станций: Кабанск, Петровский завод, Могзон, Хилок, Чита, Бабушкин; с 1 ноября 2004 г. по 28 февраля 2006 г. — по данным четырех станций: Петровский завод, Хилок, Чита, Бабушкин. При этом с 1 января 2005 г. данные по максимальной суточной температуре не приводятся, поэтому пришлось использовать максимальную из срочных температур. С 1 марта 2006 г. по 31 марта 2008 г. использовалась максимальная срочная температура воздуха на станциях Петровский завод, Хилок и Чита.

За последнее 10-летие отмечено 285 дней с максимальной температурой в холодный период 0 °С и выше хотя бы на одной станции Западного Забайкалья, из них 154 дня положительная температура отмечалась на всех станциях, по которым есть ежедневные данные за этот период. Анализ этих материалов показал, что только 39 дней из 154, т.е. в 25,3 %, положительные максимальные температуры отмечались в ноябре, в основном же они приходятся на март. В 59,7 % дней максимальная температура была ниже 2 °С, в 10 % — выше 5 °С, в 2,5 % — выше 7 °С и только 30 марта 2002 г. она была более 9 °С и составляла (°С): в Кабанске 13,2, Могзоне 13,5, Петровском заводе 12,8, на станции Хилок 14,7, в Чите 15,4, Бабушкине 9,8. Это самая высокая максимальная температура в холодный период за последнее 10-летие. В Улан-Удэ самая высокая максимальная температура (7,7 °С) была 31 марта 2002 г. В эти дни действовал летний ЭЦМ 9а.

Выявлены ЭЦМ, при которых положительные максимальные температуры отмечались наиболее часто (см. табл. 7, Б). На эти ЭЦМ приходится более 74 % всех случаев. Из приведенных ЭЦМ только 13з — типично зимний, ЭЦМ 10а и 12а — весенне-осенние, ЭЦМ 9а по положению барических полей — летний, хотя встречается круглый год, остальные предзимне-предвесенние. Для всех них характерно формирование в Забайкалье ядра повышенного давления, однако в самом конце марта при такой синоптической ситуации в случае отрицательных температур ночью днём воздух прогревается до положительных температур.

Восточное Забайкалье. Снегопады в Восточном Забайкалье связаны с теми ЭЦМ, при которых эта территория попадает под влияние южных тихоокеанских циклонов (см. табл. 3).

В архиве ИГКЭ имеются месячные данные только двух длиннорядных станций — Нерчинский завод и Борзя. Ежегодные суммы осадков за холодный период по данным этих станций (см. рис. 2, е) с 1899/1900 г. увеличиваются к 1930—40-м годам. В это время по большинству лет суммы осадков холодного

периода превышают среднюю. Максимум (55 мм) отмечен в 1954/55 г., вторичный максимум (52 мм) приходится на 1939/40 г. Затем суммы осадков уменьшаются и с 1967/68 г. колеблются ниже средней, снижаясь до 12 мм в 1985/86 г., после чего возрастают до средней многолетней величины.

Набор осадкообразующих ЭЦМ изменяется от первой ко второй половине XX в. (см. табл. 3), что связано со смещением траекторий южных циклонов. К выделенным ранее добавляются ЭЦМ *8з* и *12а*, при которых зона влияния южных тихоокеанских циклонов расширяется и распространяется на Восточное Забайкалье. Многолетний ход сумм осадков согласуется с ходом суммарной продолжительности осадкообразующих ЭЦМ холодного периода (см. рис. 3, *е*). С начала XX в. к 1930—40-м годам она возрастает: с 1930/31 по 1954/55 г. только для четырёх лет продолжительность ЭЦМ со снегопадами за холодный период была меньше средней. Максимум продолжительности (88 дней) приходится на 1910/11 г., вторичный максимум (87 дней) — на 1945/46 г. Суммарная продолжительность 83 дня отмечалась в 1921/22 и 1932/33 гг. С 1967/68 г. продолжительность осадкообразующих ЭЦМ холодного периода колеблется в основном ниже средней.

Коэффициент корреляции изменения сумм осадков холодного периода за 1899—2008 гг. и суммарной продолжительности осадкообразующих ЭЦМ, выделенных для первой половины XX в., составляет всего 0,19 на уровне значимости 0,95 (см. табл. 4). Коэффициент корреляции с последним набором осадкообразующих ЭЦМ за весь период наблюдений составляет 0,61. Возможно, как и в Предбайкалье, играет роль и то обстоятельство, что за первую половину периода наблюдений осадкообразующие ЭЦМ определялись по данным пяти станций (см. табл. 3), а длинные ряды осадков есть только по двум. За вторую половину периода осадкообразующие ЭЦМ устанавливались по тем же станциям, где есть ряды осадков. Суточные данные по максимальной и срочной температуре воздуха за последнее 10-летие представлены в архиве для метеорологических станций Борзя, Нерчинский завод, Оловянная и Сретенск за 1 марта 2000 г. — 31 марта 2006 г., а по станции Доно - с 1 марта 2000 г. по 31 марта 2004 г., поэтому с 1 ноября 2004 г. для характеристики максимальной температуры на территории Восточного Забайкалья использовались данные только первых четырёх станций. Как и в Западном Забайкалье, с 1 января 2005 г. данные по максимальной суточной температуре не приводятся, поэтому использовалась максимальная из срочных температур.

За последнее 10-летие отмечен 181 день с максимальной температурой в холодный период 0 °С и

выше хотя бы на одной станции Восточного Забайкалья, из них для 79 дней положительная температура отмечалась на всех станциях, по которым есть ежедневные данные за этот период. Только для 17 дней, т.е. в 21,5 % случаев, положительные максимальные температуры отмечались в ноябре, остальные случаи приходится на март. В 50,6 % дней максимальная температура по данным всех станций на этот день была выше 2 °С, это на 10 % больше, чем в Западном Забайкалье. В 12,7 % случаев она была выше 5 °С, в 3,7 % - выше 7 °С и только 1 ноября 2006 г. при ЭЦМ *9б* она была выше 10 °С и составляла (°С): на станции Борзя 10,7; Нерчинский завод 11,2; Оловянная 10,4 и Сретенск 11,2. Самая высокая максимальная температура в холодный период за последнее 10-летие отмечалась на разных станциях в два разных дня при похожих ЭЦМ.

Выявлены ЭЦМ, при которых отмечались положительные максимальные температуры (см. табл. 7, *В*). Оказалось, что в 39 % случаев положительные максимальные температуры в начале и конце холодного периода в Восточном Забайкалье формируются при зимних ЭЦМ (*13з*, *12бз*, *5б* и *7аз*), в 27 % случаев — при предвесенне-предзимних (*9б*, *1а*, *8з* и *1б*), в 16 % — при весенне-осенних (*12а* и *10а*) и в 18 % — при летних (*9а*, *13л*, *3*). Итак, формирование положительных максимальных температур в Восточном Забайкалье происходит при тех же ЭЦМ, что и в Западном, но в Восточном Забайкалье они чаще формируются при ЭЦМ тёплого полугодия. Появлению положительных максимальных температур в ноябре и марте днём способствуют развитие над Забайкальем ядра повышенного давления и ясная погода.

Выводы

Тенденции многолетних изменений сумм осадков холодного периода в северной и южной частях Восточной Сибири различны: если на севере, Северо-Востоке Сибири и в Якутии суммы осадков в последние десятилетия превышают среднее многолетнее значение и продолжают расти, то в Предбайкалье, а также в Западном и Восточном Забайкалье они ниже среднего значения и уменьшаются. Изменения сумм осадков согласуются с многолетними изменениями суммарной продолжительности осадкообразующих ЭЦМ холодного периода: в северных регионах продолжительность ЭЦМ со снегопадами в последние десятилетия превышает среднюю, а в южных — ниже неё.

На сохранение снежного покрова решающее влияние оказывает температура воздуха. Положительные максимальные суточные температуры воздуха за последнее десятилетие в Якутии, на севере и Северо-Востоке Сибири встречаются крайне редко, только в первую декаду ноября и последнюю декаду марта, причём на севере и северо-востоке преимущественно в

ноябре. В южных же районах положительные максимальные температуры на отдельных станциях фиксировались в любом месяце холодного периода, но в целом по региону они также характерны для первой декады ноября и последней декады марта, причём в Якутии, Предбайкалье, Западном и Восточном Забайкалье преимущественно в марте. На Крайнем Севере повышение температуры связано с адвекцией тепла и может произойти в любое время, независимо от времени суток. Южнее же, в области влияния сибирского антициклона, повышение температуры в начале и конце холодного периода связано с радиационным прогреванием земной поверхности, которое в конце марта сильнее, чем в начале ноября. Самые высокие максимальные температуры воздуха (выше 10 °С) бывают 1 ноября и 30—31 марта при ЭЦМ 9а и 9б, продолжительность которых в настоящее время увеличивается.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 08-05-00475.

Литература

- База климатических данных ИГКЭ (<http://www.climatechange.ru>).
- Бирман Б.А., Бережная Т.В. Обзоры погодно-климатических особенностей, наблюдавшихся в Северном полушарии в 2001—2008 гг. (<http://www.meteoinfo.ru/climate>).
- Груза Г.В., Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я. и др. Об изменении температуры воздуха и атмосферных осадков на территории России в XX веке // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. М.: Наука, 2001. С. 18—39.
- Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Колебания и изменения климата на территории России // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2003. Т. 39. № 2. С. 66-185.
- Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 50—66.
- 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.
- Дзердзеевский Б.Л. Сопоставление характеристик атмосферной циркуляции над северным полушарием и его секторами // Материалы метеорологических исследований. М.: изд. Ин-та географии АН СССР и Междувед. геофиз. комитета при Президиуме АН СССР, 1970. С. 7—14.
- Дзердзеевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М. Типизация циркуляционных механизмов в Северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. М.-Л.: Гидрометеиздат, 1946. 80 с.
- Кононова Н.К. О смещении направлений арктических вторжений в Восточной Сибири // Изв. ВГО. 1962. Т. 94. Вып. 3. С. 255-257.
- Кононова Н.К. О причинах изменения количества осадков в Восточной Сибири // Результаты исследований по междунар. геофиз. проектам: Сб. статей № 13. М.: Наука, 1968. С. 103-112.
- Кононова Н.К. Изменение характера циркуляции атмосферы в последние десятилетия как фактор изменения климатических и ледовых условий Арктики // МГИ. 2006. Вып. 100. С. 191-199.
- Кононова Н.К. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX—начале XXI века (www.atmospheric-circulation.ru).
- Мацковский В.В., Кононова Н.К. Роль южных циклонов в формировании метеорологически обусловленных опасных природных процессов в различных регионах России в современный период // Проблемы снижения природных опасностей и рисков: Материалы междунар. науч.-практич. конф. «ГЕОРИСК-2009»: Т. 1. М.: изд. РУДН, 2009. С. 11-16.
- Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: Т. 1. Изменения климата. М.: изд. Росгидромет, 2008. 228 с.
- Савина С.С. Климатические различия экстремальных десятилетий как результат смещения осей арктических вторжений // Результаты исследований по междунар. геофиз. проектам: Сб. статей № 13. М.: Наука, 1968. С. 42—49.
- Сервер «Погода России», (http://meteo.infospace.ru/win/wsearch/html/r_day_stn.sht?stn=2363).
- Туткова Т.Б., Кононова Н.К. Связь аномалий накопления снега и общей циркуляции атмосферы // Изв. РАН. Сер. геогр. 2006. № 1. С. 35-46.

Summary

The analysis of changes in the atmospheric circulation and its connection with solid precipitation and air temperature in Eastern Siberia is carried out. The developed by B.L. Dzerdziejewskiy classification of elementary circulation mechanisms (ECM) of Northern Hemisphere and grouping of ECM for Eastern Siberia baric formations trajectories is used. The cold period (November—March) for 1899—2007 is considered. The analysis of air temperature and precipitation carried out according to 32 long-term meteorological stations. ECM were determined on the daily data, promoting loss of plentiful snowfalls. As in different parts of Eastern Siberia various ECM cause loss of solid precipitations, all territory is divided into 6 large regions, and the sets of such ECM inside regions are known. With the purpose of revealing the factors promoting destruction of snow cover, positive maximal temperature during cold period is analyzed. It is established, that tendencies of the precipitation sum changes in the cold period are various in northern and southern regions of Eastern Siberia and similar to the tendencies of changes in the total duration of precipitation forming ECM in corresponding regions. Positive maximal temperatures in northern regions are extremely seldom. In the south of Eastern Siberia they are marked mainly in the first decade of November and last decade of March.