

---

УДК 551.583

## **Изменение характера циркуляции атмосферы и климата за период 1899–2016 гг.**

Н. К. Кононова (NinaKononova@yandex.ru)

Институт географии РАН, Москва

**Аннотация.** Проведен анализ глобальной циркуляции атмосферы в типизации Б. Л. Дзердзеевского, В. М. Курганской и З. М. Витвицкой. Выявлены многолетние колебания циркуляции атмосферы и климата Северного полушария, а также системы океан – атмосфера, получены количественные характеристики отклика циркуляции атмосферы на геомагнитную возмущенность. Приведены даты смены циркуляционных эпох. Показана связь с ними глобальной температуры воздуха и температуры воздуха Северного полушария, а также дат смены и продолжительности циркуляционных сезонов. Особое внимание уделено колебаниям циркуляции атмосферы и климата Восточной Сибири.

**Ключевые слова:** колебания, глобальная циркуляция атмосферы, температура воздуха, океан – атмосфера, геомагнитная возмущённость, циркуляционные эпохи, циркуляционные сезоны, Северное полушарие, Восточная Сибирь.

### **Введение**

Задача работы – дать оценку современному состоянию циркуляции атмосферы и климата на фоне их многолетних колебаний.

### **Материалы и методы**

Для анализа использована типизация циркуляции атмосферы Северного полушария, разработанная под руководством Б. Л. Дзердзеевского [6]. В ней всё многообразие процессов разделено на 4 группы циркуляции, 13 типов и 41 элементарный циркуляционный механизм, сокращённо ЭЦМ. ЭЦМ различаются циркуляцией в районе полюса (циклонической или антициклонической). В случае наличия на полюсе циклона, пополняемого выходами южных циклонов в трёх (зимой) – четырёх (летом) секторах полушария, формируется меридиональная южная группа циркуляции. Эту группу открыл Борис Львович, когда обслуживал прогнозами папанпнскую экспедицию [24]. При антициклоне в районе полюса и отсутствии арктических вторжений, соединяющих арктический антициклон с субтропическим (блокирующими процессами), формируется зональная группа циркуляции. При наличии одного блокиру-

ющего процесса формируется группа нарушения зональности, при наличии двух – четырёх блокирующих процессов – меридиональная северная группа циркуляции [6; 18].

На каждый ЭЦМ по ежедневным сборно-кинематическим картам была разработана динамическая схема, показывающая пути перемещения циклонов и места стационарирования антициклонов [5; 6]. Позднее [35] аналогичные схемы были построены по осреднённым за период 1970–1978 гг. данным давления на метеорологических станциях для каждого ЭЦМ. Благодаря наличию динамических схем, для каждой точки Северного полушария можно определить характер циркуляции атмосферы при любом ЭЦМ.

Каждый ЭЦМ длится несколько дней. Даты смены ЭЦМ отмечены в Календаре последовательной смены ЭЦМ, который ведётся с 1899 г. По Календарю рассчитана ежемесячная и ежегодная продолжительность каждого ЭЦМ [7].

Выявлены циркуляционные эпохи – периоды смены преобладания ежегодной продолжительности одной группы циркуляции над другими и дана их климатическая характеристика для Северного полушария в целом [1; 21; 22; 33; 34; 43; 44; 47; 48], по секторам [4; 40; 41] и внутри секторов, в частности, для Восточной Сибири [11; 12; 15].

Были выделены 6 циркуляционных сезонов года: предвесенье, весна, лето, осень, предзимье, зима, определён набор ЭЦМ, характерный для каждого сезона, и построены схемы циркуляционных сезонов года [2]. В соответствии с ними, определены даты смены циркуляционных сезонов и рассчитана их продолжительность в каждом году. Определен также сезонный набор ЭЦМ и отмечены ежегодные границы циркуляционных сезонов для Восточной Сибири [8–10].

Все материалы типизации размещены в открытом доступе на сайте [7].

В 1967 г. [3] Б. Л. Дзерdzeевский заметил, что, если арктических вторжений, соединяющих арктический антициклон с субтропическим, нет в Северном полушарии, то их нет и в Южном, а, если они есть, то их количество в северном и Южном полушарии одинаково, и они идут навстречу друг другу, в одних и тех же долготах. Так начался анализ глобальной циркуляции атмосферы [23; 31; 37; 42].

### **Полученные результаты**

#### ***Флуктуации глобальной циркуляции атмосферы и температуры воздуха***

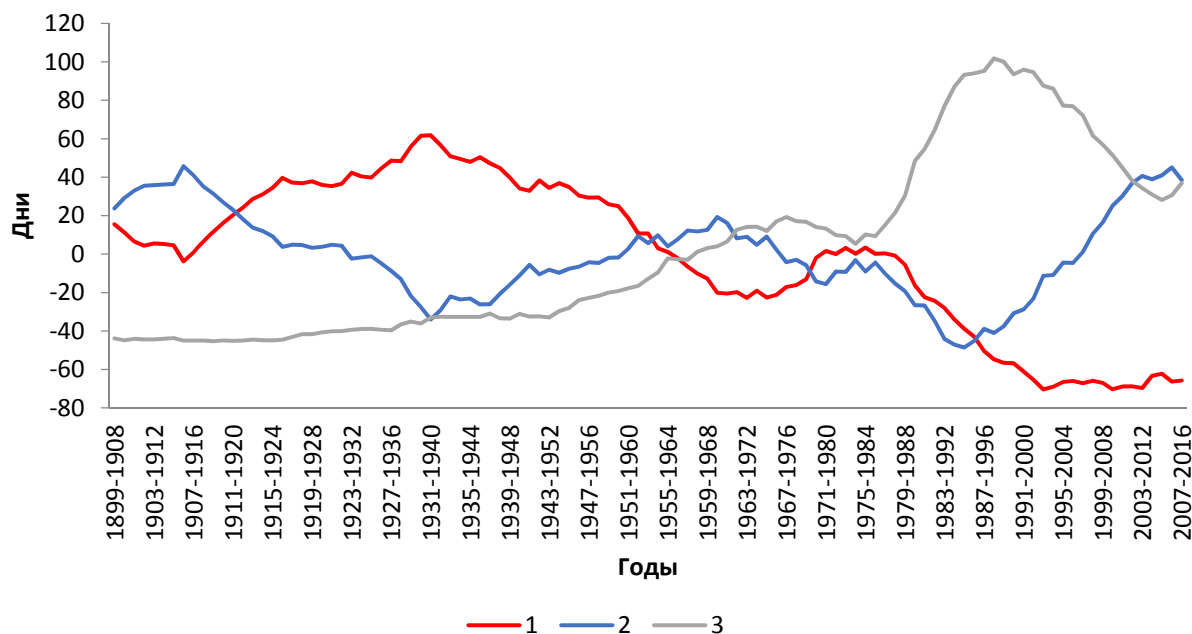
Поскольку одновременно в каждом полушарии появляются сезонные разновидности одного и того же типа циркуляции, на продолжительности групп циркуляции это не сказывается, поэтому циркуляционные эпохи, определённые для Северного полушария, являются и глобальными (рис. 1).

На рис. 1 выделяются 3 закончившиеся циркуляционные эпохи и одна недавно начавшаяся. Первая эпоха (1899–1915 гг.) меридиональная северная: продолжительность меридиональной северной циркуляции больше других. Это эпоха похолодания: средняя глобальная температура воздуха, как и средняя температура воздуха Северного полушария, ниже средней многолетней [46] (рис. 2). Вторая эпоха (1915–1956 гг.) зональная, продолжительность зональной циркуляции превосходит продолжительность других групп. Это эпоха первого глобального потепления в XX веке, вошедшего в историю как потепление Арктики. Третья эпоха (1957–2004 гг.) меридиональная южная.

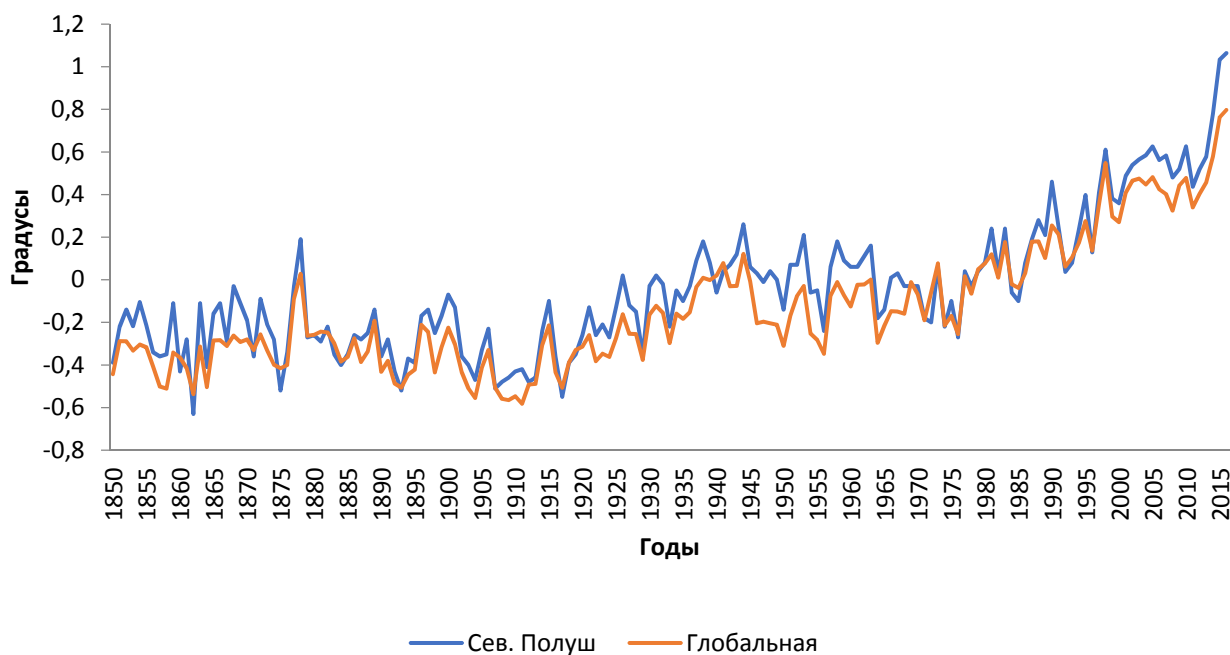
В отличие от первых двух, она распадается на периоды. 1957–1969 гг. отличаются наибольшей продолжительностью меридиональной северной циркуляции, отмечалось похолодание. В период 1870 – 1980 гг. произошло увеличение продолжительности зональной циркуляции. Кроме того, в этот период продолжительность всех групп была близка к средней. Можно предположить, что и динамические схемы, построенные за 1970–1978 гг. [35], наилучшим образом отражают среднее положение циклонов и антициклонов при каждом ЭЦМ. В период 1981–1997 гг. стремительно увеличивалась продолжительность меридиональной южной циркуляции. Так же стремительно росла температура воздуха, достигшая максимума в 1998 г. С этого года продолжительность меридиональной южной циркуляции стала уменьшаться, а меридиональной северной расти. Правда, сейчас меридиональная се-

верная циркуляция растёт в основном за счёт ЭЦМ с четырьмя блокирующими процессами и четырьмя выходами южных циклонов, так что число выходов южных циклонов, особенно летом, не изменилось (рис. 3, 4), поэтому и температура не понизилась, а колебалась на самом высоком уровне вплоть до 2015 г., когда из-за роста продолжительности южных циклонов и потепления Арктики она снова выросла.

Период 2005–2014 гг. был периодом преобладания меридиональной северной циркуляции (рис. 1), хотя, поскольку положительные отклонения от средней многолетней обеих групп были приблизительно одинаковы, я бы назвала этот период периодом меридиональной северной + меридиональной южной циркуляции. В 2015–2016 гг. преобладают южные циклоны. Возможно, смена преобладания этих групп продолжится.



**Рис. 1.** Отклонения продолжительности групп циркуляции от средней за 1899–2016 гг.:  
1 – зональная + нарушение зональности, 2 – меридиональная северная, 3 – меридиональная южная



**Рис. 2.** Отклонения среднегодовой температуры воздуха за 1850–2016 гг. от средней за 1961–1990 гг.

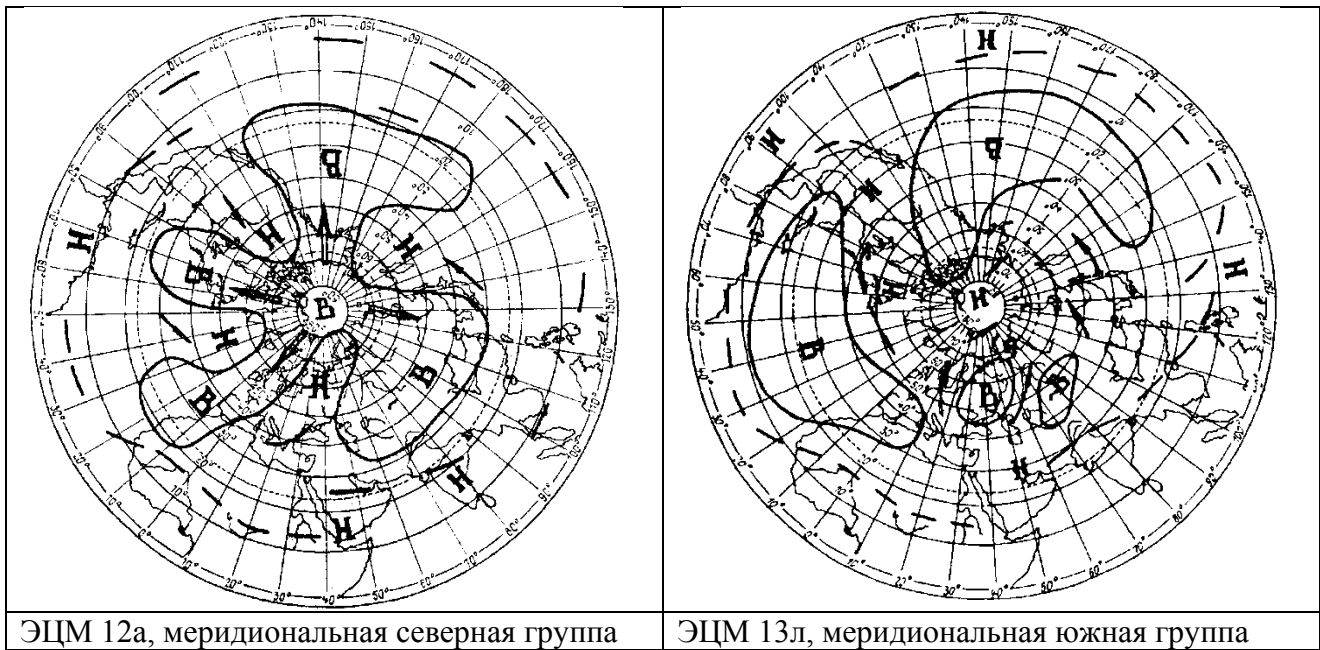


Рис. 3. ЭЦМ 12а, меридиональная северная группа и ЭЦМ 13л, меридиональная южная группа

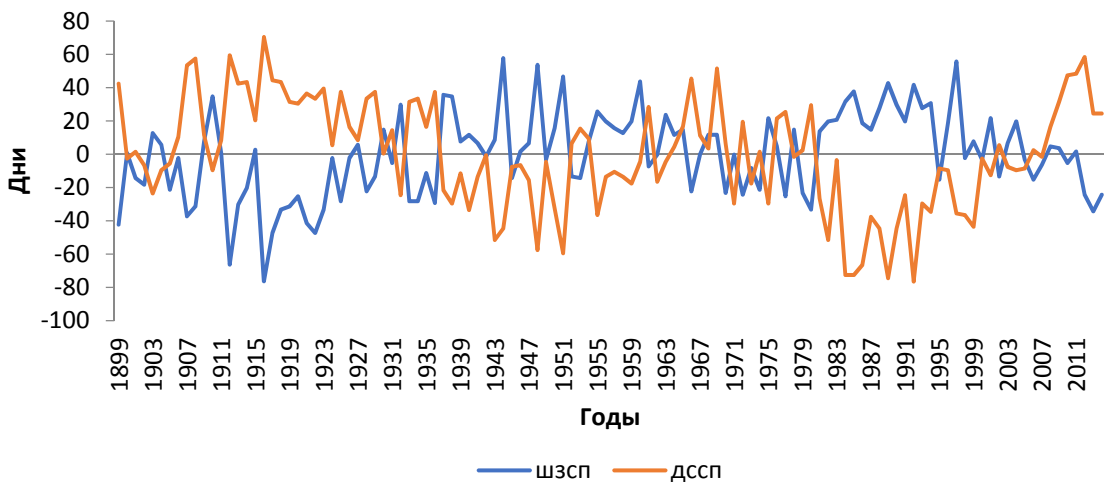


Рис. 4. Отклонения продолжительности групп циркуляции в Восточной Сибири в холодном полугодии от их средних

### *Связь температуры поверхности океана (ТПО) с ЭЦМ*

Известно, что длительные атмосферные процессы во многом определяются характером взаимодействия между океаном и атмосферой. В [37] рассматривается связь теплового состояния Северной Атлантики в январе-феврале с повторяемостью ЭЦМ в марте-апреле на материале 1960–2010 гг. Выявлено, что при холодном океане преобладающий по повторяемости ЭЦМ 8а приводит к смещению на ЕТР и в Западную Сибирь южных циклонов из района Средиземноморья. Следовательно, здесь в марте-апреле погода будет преимущественно теплой, с избытком осадков. При теплом океане преобладающий по повторяемости ЭЦМ 10а обуславливает частые вторжения на ЕТР и в Западную Сибирь арктических антициклонов. Следовательно, здесь погода марта-апреля будет холодной с дефицитом осадков. Иными словами, холодная зимняя Атлантика приводит к тёплой весне, а теплая Атлантика – к холодной. С точки зрения крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы такой результат вполне закономерен.

### *Отклик циркуляции атмосферы на геомагнитную возмущённость.*

В [45] отмечается тенденции нарастания турбулентных ЭЦМ при прохождении магнитных бурь. Самые турбулентные ЭЦМ – 12а, 13л, 13з, 9а, 12бз.

### **Флуктуации циркуляции атмосферы и температуры воздуха в Восточной Сибири**

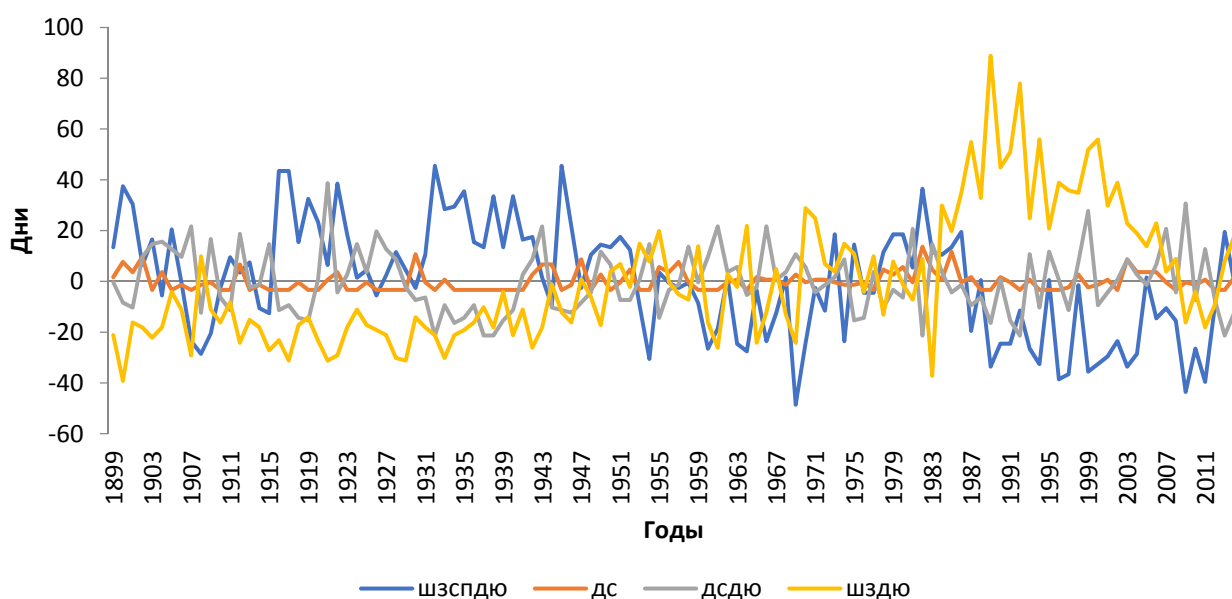
Поскольку при одном и том же ЭЦМ в разных частях полушария возникают различные потоки, циркуляционные эпохи также меняются не одновременно. Набор ЭЦМ, относящихся к разным группам циркуляции, также различен. Для Восточной Сибири по траекториям барических образований выделено 4 группы циркуляции для тёплого полугодия и две для холодного. Ниже представлено колебание отклонений продолжительности групп циркуляции холодного и тёплого полугодий от их средних.

В холодное полугодие циркуляция с арктическими вторжениями преобладала в начале XX века, в 60-е годы и в XXI веке. В 2012 г. её продолжительность достигла 194 дней при средней 136 дней. Рост продолжительности ЭЦМ без арктических вторжений на Восточную Сибирь отмечался в 40–50-е и в 80–90-е годы. В 1944 г., в период максимума развития зональных процессов на полушарии, она достигла 141 дня при средней 83 дня, а в 1997 г., в период максимальной продолжительности меридиональной южной циркуляции на полушарии, она составляла 139 дней.

В тёплое полугодие в 1913–1920 и 1930–1950 гг. преобладала широтная западная циркуляция с антициклоном на юге и выходом южных циклонов (шзспдю) (рис. 5). В 1916 и 1917 гг. она составляла 114 дней при средней 71 день, а в 1932 и 1945 гг. 116 дней. Повышенной продолжительностью в 1902–1926 гг., 1941–1943 гг. и 1958–2014 гг. отличалась также группа долготная северная в сочетании с долготной южной (дсдю). При средней продолжительности 21 день за сезон её продолжительность в 1902–1907 гг. превышала 30 дней, в 1907, 1943, 1961 и 1966 гг. составила 43 дня, в 1999 г. 49 дней, в 2009 г. 52 дня, а в 1921 г. 60 дней.

Во второй половине XX века преобладала широтная циркуляция в сочетании с долготной южной. При средней продолжительности 45 дней в 1989 г. она составляла 134 дня, в 2014 г. 63 дня.

В XXI веке чередуются группы долготная северная в сочетании с долготной южной и широтная западная в сочетании с долготной южной. В 2014 г. продолжительность последней составила 63 дня. Активная циклоническая деятельность и избыток осадков способствовали формированию селевых потоков и разрушению посёлка Аршан [32], а также наводнениям в Якутии и Магаданской области. В 1015 г. формирование антициклонических областей при вторжении сухого арктического воздуха создало условия для природных пожаров на обширной территории Восточной Сибири.



**Рис. 5.** Отклонения продолжительности групп циркуляции в Восточной Сибири в тёплом полугодии от их средних

Для Восточной Сибири характерно большее развитие антициклонической циркуляции в первой половине XX века и в современный период, по сравнению со второй половиной XX века. Этим объясняется увеличение повторяемости в современный период сильных морозов зимой [25; 27] и засух и лесных пожаров летом. Недобор твёрдых осадков отрицательно сказывается на жизни ледников [19; 20; 26; 29; 30; 36; 38].

Особенностью тёплого времени года современного периода оказывается также устойчивое перемещение южных циклонов в одних регионах сектора и столь же устойчивая повторяемость арктических вторжений в соседних, в результате чего соседствуют регионы с избытком и недостатком осадков.

В высоких широтах Сибири господствуют атлантические циклоны, что обеспечивает положительные аномалии температуры воздуха в холодное полугодие и отсутствие дефицита осадков в течение всего года [16].

#### ***Границы и продолжительность циркуляционных сезонов***

Важной характеристикой климата является время наступления и продолжительность циркуляционных сезонов. Они меняются вместе с изменением характера циркуляции атмосферы [7].

Предвесенье начинается в среднем 10 марта. Самая ранняя дата начала предвесенья (5 февраля) приходится на 1902 г. Вместе с тем именно в меридиональную северную эпоху предвесенье начиналось наиболее поздно, в третьей декаде марта, а самая поздняя дата (28 марта) приходится на 1915 и 1923 гг. Это самый конец меридиональной и начало зональной эпохи, когда зимний сибирский антициклон был наиболее устойчив. Ранние даты начала предвесенья приходятся на зональную эпоху (1929–1936 гг.) и период повышения зональной циркуляции в меридиональную южную эпоху. Самая ранняя дата в этот период (11 февраля) приходится на 1972 г.

Весна в среднем начинается 9 апреля. Весна начинается поздно в меридиональную северную и первую половину зональной эпохи. Самая поздняя дата (1 мая) приходится на 1914 и 1923 гг. Затем вплоть до 2007 г. она начинается раньше средней даты и только в конце периода начинается всё позже.

Лето в среднем начинается 24 мая. Позднее этой даты оно начиналось вплоть до конца зональной эпохи, исключая период с 1928 по 1943 г. В меридиональную южную эпоху оно начиналось раньше средней даты. Самая ранняя дата (23 апреля) пришлась на 1992 г. После этого лето стало начинаться всё позднее.

Осень начинается в среднем 1 сентября. Раньше этой даты осень начиналась в меридиональную северную циркуляционную эпоху. Самая ранняя дата (1 августа) пришлась на 1902 г. В зональную эпоху осень начиналась в основном позже средней даты, самая поздняя дата в это время (4 октября) пришлась на 1947 г. В период роста продолжительности меридиональной северной циркуляции осень, как и в меридиональную северную эпоху, начиналась раньше положенного. Самая ранняя дата в этот период (2 августа) пришлась на 1966 г. В меридиональную южную циркуляционную эпоху осень снова стала начинаться позже средней даты вплоть до 1996 г., затем последовало колебание около средней. Самая поздняя дата начала осени за весь период (14 октября) приходится на 1985 г.

Средняя дата начала предзимья 9 октября. В меридиональную северную эпоху и в период увеличения продолжительности меридиональной циркуляции в 60-е годы предзимье начиналось раньше положенного. Самая ранняя дата (14 сентября) пришлась на 1963 г. В зональную эпоху и особенно в меридиональную южную предзимье начиналось позже средней даты. Самая поздняя дата (13 ноября) отмечалась в 1982 г.

Средняя дата начала зимы 26 ноября. Ранее начало зимы отмечается в меридиональную северную эпоху, позднее – в зональную, снова ранее в меридиональную южную, до зимы 2004/2005 гг., а в современный период отмечается позднее начало зимы.

С датами начала сезонов неразрывно связана их продолжительность [7]. В современный (после 2004 г.) период продолжительность предвесенья превышает среднюю, весны –

колеблется около средней, лета – меньше средней и продолжает уменьшаться, осень стабильно меньше средней, продолжительность предзимья растёт, зимы – уменьшается.

Таким образом, за счёт увеличения продолжительности предвесенья и предзимья продолжительность холодного периода растёт, а за счёт уменьшения длительности лета и осени продолжительность тёплого периода уменьшается.

Приводим изменение дат начала и продолжительности зимы (рис. 6).

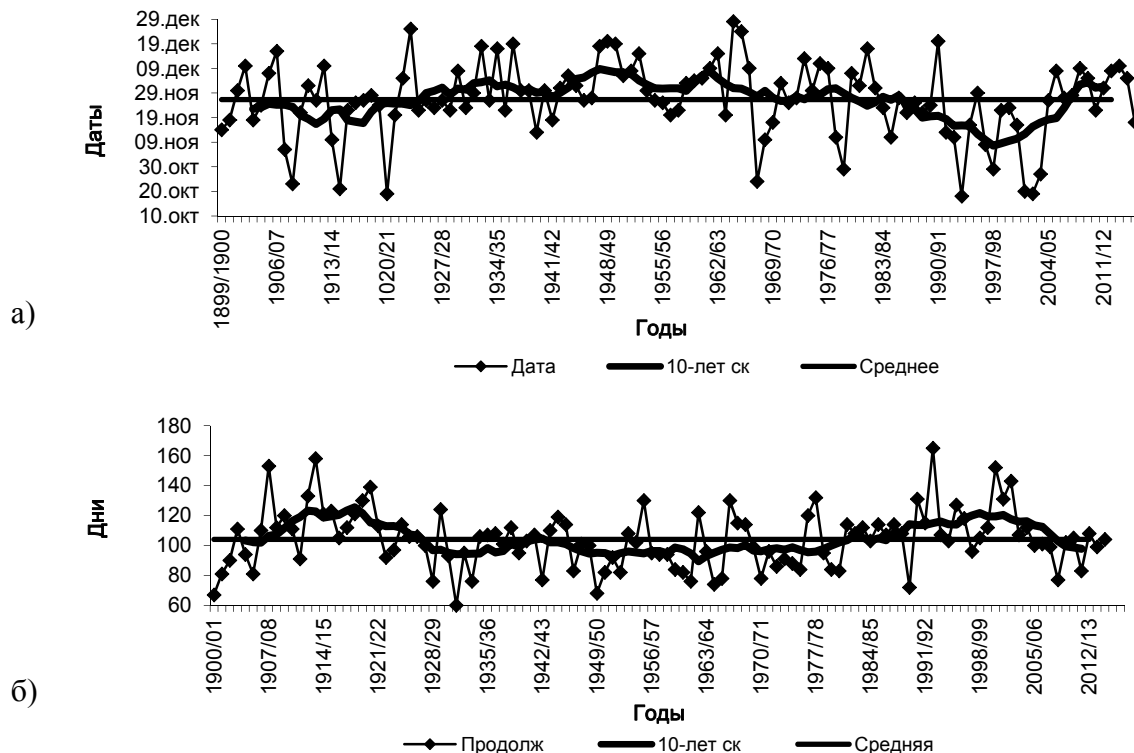


Рис. 6. Латы начала (а) и продолжительность (б) циркуляционного сезона зимы Аналогичные графики для других сезонов и таблицы, по которым они построены, приведены на сайте [7]

### Заключение

Начатое в 1946 г. исследование циркуляции атмосферы Северного полушария продолжается по сей день. Календарь последовательной смены ЭЦМ и таблицы продолжительности ЭЦМ по месяцам и годам насчитывают 118 лет. На этом материале выявлены многолетние колебания циркуляции атмосферы и климата Северного полушария, а также системы океан – атмосфера, получены количественные характеристики отклика циркуляции атмосферы на геомагнитную возмущенность, определены типы циркуляции, ответственные за те или иные метеорологические и природные экстремумы в разных регионах Северного полушария, а также исследуется сопряженность циркуляции атмосферы Северного и Южного полушарий. Начало всем этим работам было положено в 50–60-е гг. прошлого века в Отделе климатологии Института географии Б. Л. Дзержевским.

### Список литературы

1. Дзержевский Б. Л. Проблема колебаний общей циркуляции атмосферы и климата // Воейков А. И. Современные проблемы климатологии. Л. : Гидрометеоиздат, 1956. С. 109–122.
2. Дзержевский Б. Л. Циркуляционные схемы сезонов года в северном полушарии // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1957. № 1. С. 36–55.
3. Дзержевский Б. Л. Сравнение главнейших закономерностей циркуляции атмосферы над Северным и Южным полушариями // Информ. Бюл. Советской Антарктической экспедиции. 1967. № 65. . 58–68.
4. Дзержевский Б. Л. Сопоставление характеристик атмосферной циркуляции над северным полушарием и его секторами // Материалы метеорологических исследований. М. : Изд-во ИГ АН СССР и Междунед. геофиз. ком. при Президиуме АН СССР, 1970. С. 7–14.
5. Дзержевский Б. Л. Избранные труды. Общая циркуляция атмосферы и климат. М. : Наука, 1975. С. 288 с.

6. Дзердзеевский Б. Л., Курганская В. М., Витвицкая З. М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // Тр. Науч.-ислед. учреждений Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сер. 2, Синоптическая метеорология. Л. : Гидрометиздат, 1946. Вып. 21 : Центральный институт прогнозов. С. 80.
7. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX – начале XXI века. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>
8. Кононова Н. К. Границы естественных сезонов в Восточной Сибири // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1961. № 6. С. 67–72.
9. Кононова Н. К. О смещении направлений арктических вторжений в Восточной Сибири // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 1962. Т. 94, вып. 3. С. 255–257.
10. Кононова Н. К. Изменение структуры циркуляционных сезонов в Восточной Сибири в первой половине XX века // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1963. № 4. С. 60–67.
11. Кононова Н. К. Флуктуации циркуляции атмосферы и температуры воздуха в Восточной Сибири // Результаты исследований по международным геофиз. проектам. Метеорологические исследования «Циркуляционные и климатические эпохи северного полушария в первой половине XX века» : сб. ст. № 13 / Междувед. геофиз. комитет при Президиуме АН СССР. М. : Наука, 1968. С. 82–102.
12. Кононова Н. К. О причинах изменения количества осадков в Восточной Сибири // Результаты исследований по международным геофиз. проектам. Метеорологические исследования «Циркуляционные и климатические эпохи северного полушария в первой половине XX века» : сб. ст. № 13 / Междувед. геофиз. комитет при Президиуме АН СССР. М. : Наука, 1968. С. 103–112.
13. Кононова Н. К. Циркуляционные и климатические особенности зимних сезонов в Восточной Сибири в первой половине XX века // Изв. Забайкал. фил. Геогр. о-ва СССР. 1970. Т. 6, вып. 3. С. 31–50.
14. Кононова Н. К. Связь атмосферных осадков с типами циркуляции (для района Иркутска) // Исследования генезиса климата / АН СССР. М. : Ин-т географии, 1974. С. 129–143.
15. Кононова Н. К. Связь колебаний климата в Восточной Сибири с флуктуациями циркуляции атмосферы // Циркуляционные механизмы современных колебаний климата. М. : Наука, 1987. С. 92–102.
16. Кононова Н. К. Изменение характера циркуляции атмосферы в последние десятилетия как фактор изменения климатических и ледовых условий Арктики // Материалы гляциологических исследований. 2006. № 100. С. 191–199.
17. Кононова Н. К. Рост внутрисуточной амплитуды колебаний температуры воздуха в арктическом регионе в конце XX – начале XXI века как фактор риска возникновения чрезвычайных ситуаций // Обеспечение комплексной безопасности северных регионов Российской Федерации : материалы науч.-практ. конф. 22 апр. 2008 г. М. : НЦУКС МЧС России, 2008. С. 115–121.
18. Кононова Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Дзердзеевскому Б. Л. М. : Воентехиниздат, 2009. 372 с.
19. Кононова Н. К. Изменение осадков холодного периода и продолжительности макроциркуляционных процессов, обуславливающих их выпадение в различных регионах Восточной Сибири // Лёд и снег. 2010. № 3 (111). С. 47–57.
20. Кононова Н. К. Влияние циркуляции атмосферы на формирование снежного покрова на северо-востоке Сибири // Лёд и снег. 2012. № 1 (117). С. 38–53.
21. Кононова Н. К. Особенности циркуляции атмосферы Северного полушария в конце XX – начале XXI века и их отражение в климате // Сложные системы. 2014. № 2 (11). С. 11–35.
22. Кононова Н. К. Изменения циркуляции атмосферы Северного полушария в XX–XXI столетиях и их последствия для климата // Фундам. и прикладная климатология. 2015. № 1. С. 127–156.
23. Кононова Н. К. Флуктуации глобальной циркуляции атмосферы в XX–XXI вв. // Сложные системы. 2016. № 1 (18). С. 22–37.
24. Кононова Н. К. Экспедиция «Северный полюс» и глобальная типизация циркуляции атмосферы // Жизнь Земли. 2017. Т. 39, № 4. С. 429 – 443.
25. Циркуляционные условия аномально холодной зимы 2005/2006 гг. над Сибирью / И. В. Латышева, Е. П. Белоусова, А. С. Иванова, В. Л. Потемкин // Метеорология и гидрология. 2007. № 9. С. 36–40.
26. Современные особенности распределения потоков влаги на территории Евразии / И. В. Латышева, Е. П. Белоусова, С. В. Олемской, С. В. Латышев, К. А. Лощенко // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Науки о Земле. 2010. № 1. С. 62–79.
27. Латышева И. В., Белоусова Е. П., Олемской С. В., Лощенко К. А. Современные изменения климата на территории Иркутской области // Известия Иркутского государственного университета. Серия науки о Земле. 2010. Т. 3, № 2. С. 110–126.
28. Исследование динамики струйных течений в различные периоды последней циркуляционной эпохи / И. В. Латышева, С. В. Латышев, К. А. Лощенко, Е. П. Белоусова, С. В. Олемской. М. : Метеоспектр, 2010. С. 103–113.
29. Современные изменения температурно-влажностного режима на территории Евразии / И. В. Латышева, К. А. Лощенко, Е. П. Белоусова, С. В. Олемской. М. : Метеоспектр, 2010. С. 106–119.



30. Лобановская Ю. А. Связь многолетних колебаний аномалий температуры воздуха и осадков с циркуляцией атмосферы (на примере Иркутской области) // Многолетние колебания циркуляции атмосферы и климата в северном полушарии в XX столетии : материалы метеорол. исслед. 1982. № 96. С. 90–95.
31. Логинов В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия. М., 2008. С. 288.
32. Мальнева И. В., Кононова Н. К., Крестин Б. М. Оценка опасности проявления селей в Южном Прибайкалье в современный период // ГеоРиск. 2017. № 2. С. 56–61.
33. Мордвинов В. И. Долговременные вариации изменчивости циркуляции атмосферы по типизации Дзердзеевского и данным архива NCEP/NCAR Reanalysis // Тр. Междунар. науч. конф. « Исследование изменений климата с использованием методов классификации режимов циркуляции атмосферы» , 16–18 мая 2016 г. С. 49–53. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>.
34. Мордвинов В. И., Хамчич В. Н. Сопоставление колебаний арктической осцилляции со сменой типов циркуляции Дзердзеевского // Изв. РАН. Сер. геогр. 2010. № 5. С. 52–60.
35. Савина С. С., Хмелевская Л. В. (1984). Динамика атмосферных процессов северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований / Междувед. геофиз. ком. при Президиуме АН СССР. 1984. № 9. С. 146.
36. Титкова Т. Б., Кононова Н. К. Связь аномалий накопления снега и общей циркуляции атмосферы // Известия РАН. Сер. геогр. 2006. № 1. С. 35–46.
37. Угрюмов А. И. Повторяемость элементарных циркуляционных механизмов атмосферы как следствие взаимодействия океана и атмосферы // Тр. Междунар. науч. конф. « Исследование изменений климата с использованием методов классификации режимов циркуляции атмосферы» , 16–18 мая 2016 г. С. 38–41. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>.
38. Федоров В. М. Динамика баланса массы ледников в связи с макроциркуляционными процессами в атмосфере. М. : Физматлит, 2011. 376 с.
39. Харламова И. В., Кононова Н. К. Влияние особенностей атмосферной циркуляции на активность селевых процессов в зоне БАМа Инженерно-геологические и гидрогеологические условия территории, прилегающей к трассе БАМа. ВСЕГЕИ, 1982. С. 43–47.
40. Хуторянская Д. Ф. Некоторые статистические характеристика временной изменчивости циркуляции атмосферы в Сибирском секторе // Многолетние колебания циркуляции атмосферы и климата в северном полушарии в XX столетии : материалы метеорол. исслед. 1982. № 6. С. 56–60.
41. Хуторянская Д. Ф. Основные тенденции многолетних колебаний циркуляционных процессов в Сибирском секторе // Многолетние колебания циркуляции атмосферы и климата в северном полушарии в XX столетии : материалы метеорол. исслед. 1982. № 6. С. 77–90.
42. Чаплыгина А. С. Флуктуации циркуляции атмосферы и климатического режима Земли // Физическая и динамическая климатология. 1974. С. 209–217.
43. Barry R. G., Perry A. H. Synoptic Climatology Methods and Applications. London : Methuen & Co Ltd., 1973. P. 555.
44. Brencic M. Some results of statistical analyses on elementary circulation mechanisms according to Dzerdzeevskii // Труды Междунар. науч. конф. « Исследование изменений климата с использованием методов классификации режимов циркуляции атмосферы» , 16–18 мая 2016 г. С. 17–22. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>.
45. Chernavskaya M. M., Kononova N. K., Val`chuk T. E. Correlation between atmospheric circulation processes over the northern hemisphere and parameter of solar variability during 1899–2003 // Advances in Space Research (JASR). 2006. Vol. 37, Issue 8. P. 1640–1645
46. Climatic Research Unit Data. – URL: <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>.
47. Dzerdzeevskii B. Fluctuations of Climate and of General Circulation of the Atmosphere in extra-tropical latitudes of the Northern Hemisphere and some problems of dynamic climatology // TELLUS. 1962. Vol. XIV, N 3. P. 328–336.
48. Hoy A. Dzerdzeevskii's atmospheric circulation classification and it's applicability to northern-hemispheric climate variations (preliminary results) // Тр. Междунар. науч. конф. « Исследование изменений климата с использованием методов классификации режимов циркуляции атмосферы» , 16–18 мая 2016 г. С. 83–87. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>