

КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ РОССИИ И ИХ СВЯЗЬ С ЦИРКУЛЯЦИЕЙ АТМОСФЕРЫ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

О. Ф. Самохина, samoxinao@yandex.ru, Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, 107258 Москва, ул. Глебовская, 20Б

Н.К. Кононова, NinaKononova@yandex.ru, Институт географии РАН, 119017 Москва, Старомонетный пер., д.29

FLUCTUATIONS OF AIR TEMPERATURE IN HIGH LATITUDES OF RUSSIA AND THEIR ASSOCIATION WITH ATMOSPHERIC CIRCULATION IN THE NORTHERN HEMISPHERE

Samokhina O.F., samoxinao@yandex.ru, The Institute of global climate and ecology of Roshydromet and RAS, 107258 Moscow, Glebovskaya str., 20B

Kononova N.K., NinaKononova@yandex.ru, Institute of geography RAS, 119017 Moscow, Staromonetnyi per., 29

Key word: typing Dzerdzeevskii, circulation era in the Northern hemisphere, group circulation, long-term temperature fluctuations, the correlation coefficients, the annual amplitude of air temperature, the average rate of temperature change

Abstract

This paper analyzes the characteristics of fluctuations of atmospheric circulation for the Northern Hemisphere and those of its sector, which is Russia, from 1899 to present. Also on the sector considered fluctuations in air temperature at high latitudes (north of 64th parallel) from 85 Russian meteorological stations for the entire period of observation. Analyzed the long-term changes in mean annual air temperature. This made it possible to estimate the contribution of seasonal characteristics in the average annual circulation at different circulation times and periods in the modern era and to consider the trend of change in each sector. Also analyzed the amplitude of the annual air temperature and reviewed its current trends in each sector. Analyzed evaluation trends for circulation era: 1899-1915, 1916-1956 and 1957-2015, as well as for periods within the modern era: 1957-1969, 1970-1980, 1981-1997 and 1998-2015.

В работе поставлена задача показать связь изменений климата высоких широт РФ (севернее 64-й параллели) с колебаниями общей циркуляции атмосферы. В типизации, разработанной Б.Л. Дзерdzeевским с учениками [Дзерdzeевский и др., 1946], выделяется 41 элементарный циркуляционный механизм (ЭЦМ). По направлению перемещения барических образований на полушарии ЭЦМ объединены в 4 группы циркуляции: зональную, нарушения зональности, меридиональную северную, меридиональную южную. Циркуляционные эпохи Северного полушария прослеживаются по рис. 1: 1899-1915 (меридиональная северная), 1916-1956 (зональная), 1957-2014 (меридиональная южная).

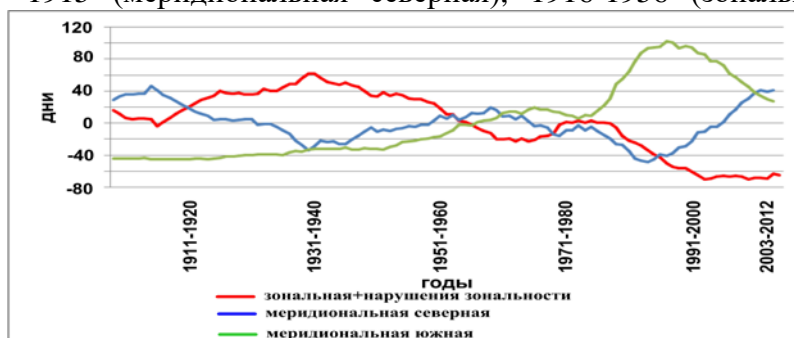


Рисунок 1. Отклонения суммарной годовой продолжительности типов циркуляции от их многолетних средних величин за 1899-2014

(показаны 11-летние скользящие средние)

В целом для России по аналогии с Северным полушарием можно выделить следующие группы циркуляции (для территорий, представляющих собой часть полушария, вместо терминов «зональная» и «меридиональная» применяется «широтная» и «долготная»): широтная западная, долготная северная с одним блокирующим процессом над Россией, долготная северная с двумя блокирующими процессами над Россией, долготная южная.

На территории России в целом до 1990-х наблюдалось преобладание долготной северной с одним блокирующим процессом (в начале XX века около 230 дней). В конце XX века ведущими стали выходы южных циклонов (150 дней в году). Широтная западная циркуляция наиболее продолжительна в 1920-1960-е (130 дней в году). ЭЦМ с двумя блокирующими процессами были наиболее продолжительны в 1950-1970-е (60 дней в году).

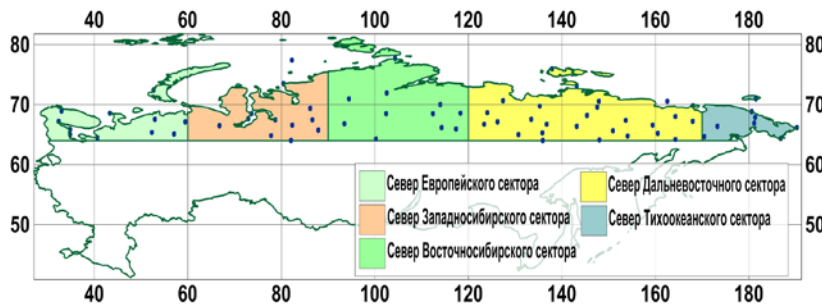


Рисунок 2. Регионы севера России, по которым производилось осреднение годовых и сезонных температур. Точками показаны метеорологические станции

В многолетних колебаниях температуры воздуха прослеживается повышение температуры в 1920-х-1940-х., затем некоторое похолодание в 1950-х-1960-х, с начала 1970-х начинается современное потепление. В целом по северу России за весь период (1899-2014) прослеживается связь увеличения средней годовой температуры воздуха с ростом продолжительности долготной южной циркуляции (коэффициент корреляции $R = 0.3$). В зональную циркуляционную эпоху (1916-1956), включающую потепление Арктики (1920-1940), повышение температуры зимой связано с ростом продолжительности широтной циркуляции ($R = 0,4$) и уменьшением продолжительности долготной северной

($R = -0,4$). Зимой в целом за 1899-2014 повышение температуры связано с ростом продолжительности широтной циркуляции ($R = 0,3$). В первой половине XX века коэффициенты корреляции выше: в 1899-1915: 0,7; в 1916-1956: 0,4. С долготной северной группой циркуляции коэффициенты корреляции температуры воздуха отрицательны: в 1916-1956 $R = -0,4$; в 1981-1997 $R = -0,3$. С долготной южной циркуляцией повышение температуры связано в 1916-1956 ($R = 0,3$), в 1979-1980 ($R = 0,5$) и 1981-1997 ($R = 0,3$). Летом коэффициенты корреляции малы, только в 1998-2014 коэффициент корреляции повышения температуры с широтной западной циркуляцией составил 0,5.

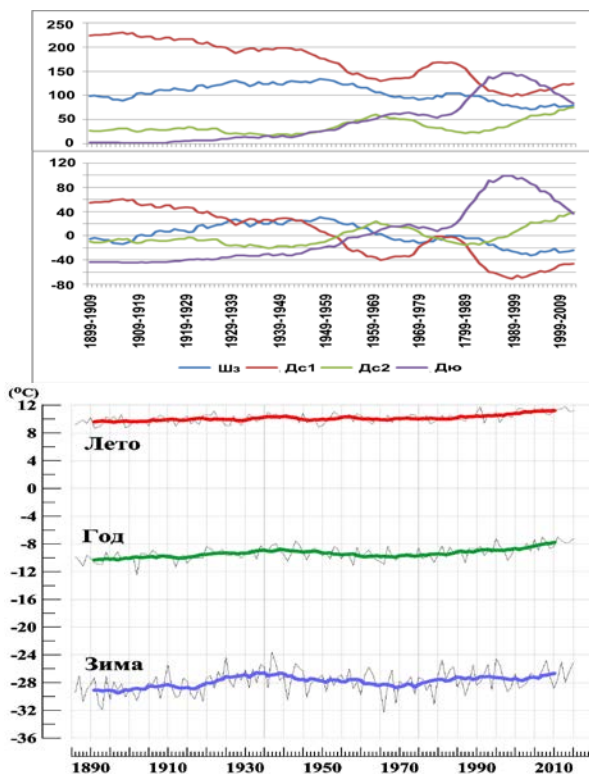


Рисунок 3. Продолжительность групп типов циркуляции в России в абсолютных величинах и в отклонениях (сверху), колебания средней температуры воздуха на севере России (внизу)

Таблица 1. Коэффициенты корреляции среднегодовой и сезонной (зима, лето) температуры севера России с суммарной продолжительностью групп циркуляции

	Год								Зима								Лето							
	1899-2014	1889-1915	1916-1956	1957-2014	1957-1969	1970-1980	1981-1997	1998-2014	1899-2014	1889-1915	1916-1956	1957-2014	1957-1969	1970-1980	1981-1997	1998-2014	1899-2014	1889-1915	1916-1956	1957-2014	1957-1969	1970-1980	1981-1997	1998-2014
ШЗ	-0,1	-0,1	0,3	-0,5	0,2	-0,2	-0,4	-0,3	0,3	0,7	0,4	0	0,2	-0,1	0	-0,1	-0,2	0	0	-0,2	-0,2	-0,2	0,2	0,5
дс1	-0,3	-0,3	-0,1	-0,3	-0,2	-0,7	0,0	0,2	-0,2	0	-0,4	-0,1	0,1	-0,2	-0,3	0,2	-0,3	-0,1	0	-0,1	0,3	-0,2	0	-0,1
дс2	0,2	0,3	-0,1	0,2	-0,2	0,2	0,5	0,3	0	0,1	0	0	-0,2	0	-0,1	0,3	0,2	0,3	0	0,1	0	0,1	-0,2	-0,2
дЮ	0,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,8	-0,1	-0,7	0,2	-0,1	0,3	0,2	-0,2	0,5	0,3	-0,5	0,3	-0,3	0	0,1	0	0,2	-0,1	-0,2

В Европейском секторе долготная южная циркуляция преобладала с 1920-х (в конце XX века ее продолжительность около 250 дней). Широтная западная циркуляция наиболее продолжительна в зональную циркуляционную эпоху (до 140 дней), а долготная северная с 1942 по 1957. В конце XX века увеличивается продолжительность группы циркуляции долготной северной в сочетании с долготной южной: около 140 дней.

В начале XX в. наблюдалось похолодание, которое хорошо просматривается за год в целом, зимой и летом (особенно), в 1920-1950-е - потепление (особенно, зимой и за год в целом); летом заметного потепления не наблюдалось. Современное потепление начинается в 1980-х и продолжается по настоящее время.

Выделяются отрицательные коэффициенты корреляции среднегодовой температуры воздуха с группой циркуляции долготная северная в сочетании с долготной южной, в период 1899-1915 коэффициент корреляции составил -0,3; в 1915-1856: $R = -0,6$; в 1957-1969: $R = -0,3$. В период 1981-1997 прослеживается отрицательная связь среднегодовой температуры воздуха с долготной северной циркуляцией ($R = -0,3$), а в 1998-2014 проявилась положительная связь с широтной западной циркуляцией ($R = 0,4$).

В Западносибирском секторе на протяжении всего времени преобладала широтная западная циркуляция (в конце XX века 280 дней в году). Продолжительность долготной южной циркуляции большую часть времени колебалась около 90 дней в году, в последние годы превышает 100 дней. Долготная северная циркуляция в начале XX века превышала 50 дней, в дальнейшем колеблется на уровне 30-40 дней в году.

Кроме похолодания 1886-1910, наблюдалось похолодание в 1960-1980-е. За год в целом и зимой наблюдается потепление в 1930-1940-х. Современное потепление начинается в начале 1970-х.

Отмечается положительная корреляция повышения среднегодовой температуры с широтной западной циркуляцией в 1899-1915 и 1970-1980, коэффициенты корреляции 0,5 и 0,7 соответственно. В 1970-1980 отмечается также положительная корреляция с долготной южной циркуляцией ($R = 0,5$) и отрицательная - с долготной северной ($R = -0,9$). В 1981-1997 и в 1998-2014 отмечается положительная связь среднегодовой температуры с долготной южной циркуляцией (коэффициент корреляции в оба периода 0,3).

В Восточносибирском секторе до 1920-х преобладала долготная северная циркуляция (150-180 дней в году), затем по 1960-е ведущей становится широтная циркуляция (до 190 дней), в 1970-е - первую половину 80-х годов продолжительность широтных и блокирующих процессов уменьшается до 140 дней в году, со второй половины 1980-х широтная циркуляция преобладает (до 170 дней в году). Долготная южная циркуляция увеличивается в конце XX века (до 110 дней в году).

В 1930-1940-е средняя годовая, зимняя и летняя температуры воздуха превышают среднюю многолетнюю, в 1950-1970-е средняя годовая температура колеблется в основном около средней многолетней. Летом заметно потепление в 1930-1940-е; в 1950-1980-е колебания температуры были близки к норме; а с 1990-х - современное потепление.

Совместное влияние на повышение температуры в 1970-1980 оказали рост суммарной годовой продолжительности широтной западной циркуляции ($R = 0,8$) и уменьшение суммарной годовой продолжительности долготной северной ($R = -0,6$).

В Дальневосточном секторе безраздельно господствуют южные циклоны, в конце XX века их продолжительность около 320 дней. В период 1886-1920 за год в целом (за счет зимы) наблюдалось похолодание, потепление 1920-1950-х за год в целом не ярко выражено, летом в 1910-х и 1930-х годах просматривается потепление. Современное потепление начинается в 1980-х годах.

Отмечается положительная корреляция повышения температуры с долготной южной циркуляцией, коэффициент корреляции за период 1889-2014 составляет 0,4, а за вторую половину периода (1957-2014) 0,3.

В Тихоокеанском секторе до конца XX века преобладала широтная циркуляция (в начале века: около 280 дней в году, в конце века: около 120 дней). Продолжительность долготной южной циркуляции в начале XX в. менее 20 дней, в 1990-х около 150 дней).

Просматривается похолодание до 1920-х XX века (просматривается во все сезоны), а также с 1940 по 1955. Зимой также просматривается похолодание в 1970-х и потепление в 1980-х. С 1990-х зимой наблюдается потепление. За год в целом и летом потепление начинается в 1970-х.

За период 1899-2014 коэффициент корреляции между среднегодовой температурой воздуха и суммарной годовой продолжительностью долготной южной циркуляцией составил 0,3. В периоды 1970-1980 и 1998-2014 повышение температуры связано с увеличением продолжительности широтной западной циркуляции (коэффициенты корреляции 0,3 и 0,5 соответственно).

Важным показателем колебаний климата служит годовая амплитуда температуры воздуха. В последние годы происходит увеличение годовой амплитуды в двух секторах: Восточносибирском и Тихоокеанском.

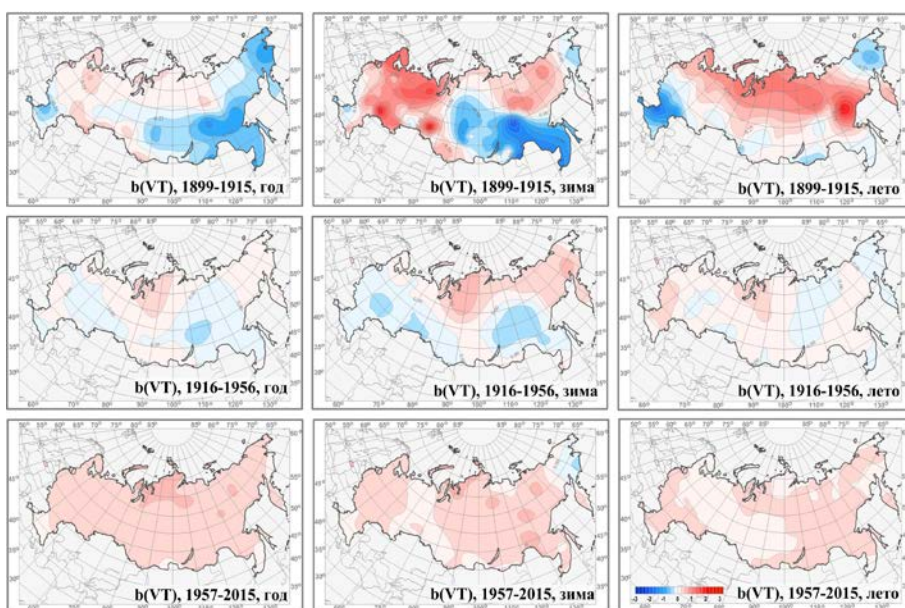


Рисунок 9. Средняя скорость изменения среднегодовой и средних сезонных температур (зима, лето) приземного воздуха на территории России по данным наблюдений ($^{\circ}\text{C}/10$ лет).

В меридиональную северную циркуляционную эпоху (1899-1915) понижение температуры зимой

происходило в центре Сибири и на Чукотке, где в основном осуществлялись блокирующие процессы в этот период. С блокирующими процессами летом связан рост температуры в северных районах страны. В **зональную** циркуляционную эпоху (1916-1956) на севере страны, где проходили пути циклонов, наблюдался рост температуры (не более $0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет). Понижение температуры зимой происходило в Сибири, где формируется сибирский антициклон. Изменения температуры летом незначительны. В **долготную южную** циркуляционную эпоху (1957-2015), рост температуры (не более $0,25^{\circ}\text{C}/10$ лет) наблюдается во все сезоны, что связано с преобладающим выходом южных циклонов.

Выводы.

1. Происходящие колебания температуры во многом связаны с колебаниями общей циркуляции атмосферы.

2. На севере России колебания температуры воздуха согласуются с изменением продолжительности групп циркуляции в соответствующих секторах, что подтверждается коэффициентами корреляции.

3. В настоящее время потепление на севере России продолжается, но при этом тенденция к увеличению годовой амплитуды просматривается в Восточносибирском и Тихоокеанском секторах.

4. Происходящие изменения требуют внимательного отношения к их возможным хозяйственным последствиям.

Литература

1. Анисимов М.В., Бышев В.И., Залесный В.Б., Мошонкин С.Н. Междекадная изменчивость термической структуры вод Северной Атлантики и её климатическая значимость. // Доклады Академии наук, 2012, том 443, № 3, с. 1-5.

2. Бышев В.И., Кононова Н.К., Нейман В.Г., Романов Ю.А.. Количественная оценка параметров климатической изменчивости системы океан – атмосфера. // Океанология, 2004, том 44, № 3, с. 341-353.

3. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А.. О разнонаправленности изменений глобального климата на материках и океанах. // Доклады Академии Наук, 2005, т. 400, № 1, с.98-104.

4. Дзердзеевский Б.Л. Проблема колебаний общей циркуляции атмосферы и климата. // А.И. Воейков и современные проблемы климатологии. Л., Гидрометеиздат, 1956,. с. 109-122.

5. Дзердзеевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. // Тр. н.-и. учреждений Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сер. 2. Синоптическая метеорология; Вып. 21. Центральный институт прогнозов. М., Л., Гидрометиздат, 1946, 80 с.

6. Shilovtseva O.A., Kononova N.K. and Romanenko F.A. Climate Change in the Arctic Regions of Russia. // In: Climate Change Adaptation: Ecology, Mitigation and Management ISBN 978-1-61122-764-2. Editor: Adam L. Jenkins, 2011, Nova Science Publishers, Inc. pp. 30-58.