

ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАНИЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В XXI ВЕКЕ

Н.К. Кононова

E-mail: NinaKononova@yandex.ru

Институт географии РАН, Москва, Россия

Введение. В Москве 7-9 ноября 2011 г. состоялась Международная научная конференция ПАИК-2011 – Проблемы адаптации к изменению климата. На конференции было заслушано более 60 докладов и выступлений представителей более 30 стран, однако все выступавшие рассматривали изменения климата как результат антропогенного воздействия, и никто не обратил внимания на происходящие и предстоящие изменения характера циркуляции атмосферы, в значительно большей степени влияющие на климат, чем человек. Особенности происходящих в настоящее время изменений климата Европейской России в связи с изменением продолжительности циркуляционных процессов и их тенденции на будущее и будут рассмотрены в предлагаемой статье.

Методы и материалы. Оценка изменений характера циркуляции атмосферы проводилась на основе типизации циркуляционных процессов Северного полушария, разработанной под руководством Б.Л. Дзердзеевского [1, 2]. Уникальность используемой типизации состоит в том, что в силу наличия динамических схем перемещения барических образований при каждом типе циркуляции появляется возможность оценить характер атмосферных процессов при конкретном типе в любом регионе, независимо от его размеров. Это очень удобно для анализа регионов России. Типизация ведётся с 1899 г. Основные положения типизации и относящиеся к ней материалы опубликованы также в [4] и размещены на сайте (www.atmospheric-circulation.ru). Анализ колебаний приземной температуры воздуха, осреднённой по всему Северному полушарию, проводился по данным, размещённым на сайте Университета Восточной Англии (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>). Для анализа колебаний приземной температуры воздуха на Европейской территории России использовались данные метеорологических станций, размещённые на сайте ИГКЭ (<http://climatechange.su/>).

Полученные результаты. С 1899 г. на Северном полушарии отмечались три циркуляционные эпохи: две меридиональные (с 1899 по 1915 гг. и с 1957 г. по настоящее время) и одна зональная (1916-1956 гг.). Меридиональные эпохи различаются между собой преобладанием различных групп циркуляции. В начале XX века отмечалась меридиональная северная эпоха, продолжительнее средней были блокирующие процессы, т. е. в средние широты перемещались арктические антициклоны и их гребни. С 1957 г. началась меридиональная

южная эпоха (рис. 1). В ней в 2,5 раза продолжительнее средней оказались выходы южных циклонов.

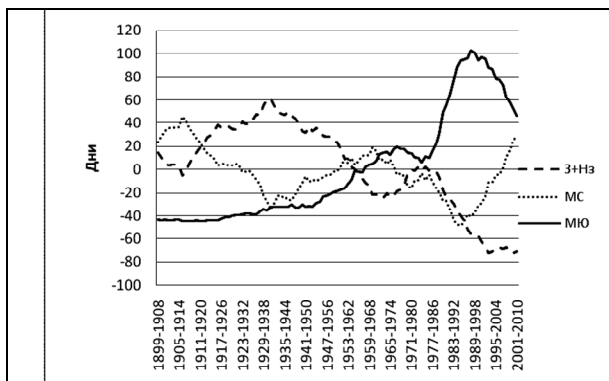


Рис. 1. Отклонения от средней за 1899-2010 гг. суммарной годовой продолжительности групп циркуляции (10-летние скользящие средние).

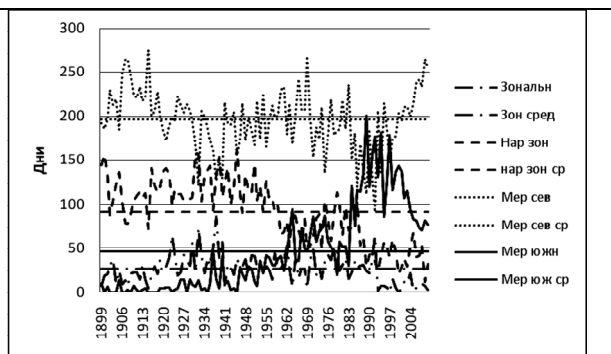


Рис. 2. Суммарная годовая продолжительность групп циркуляции за 1899-2010 гг.

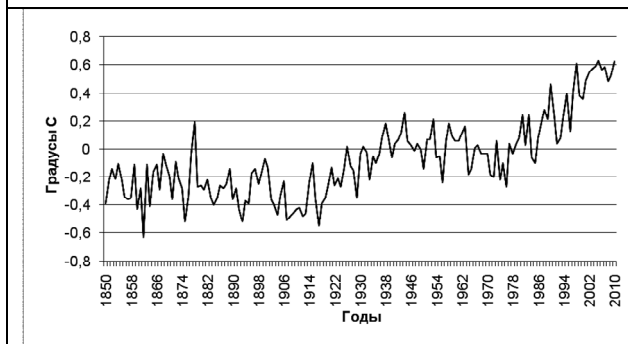


Рис. 3. Многолетние изменения с 1850 г. осреднённых по Северному полушарию среднегодовых отклонений приземной температуры воздуха от средней за 1961-1990 гг.

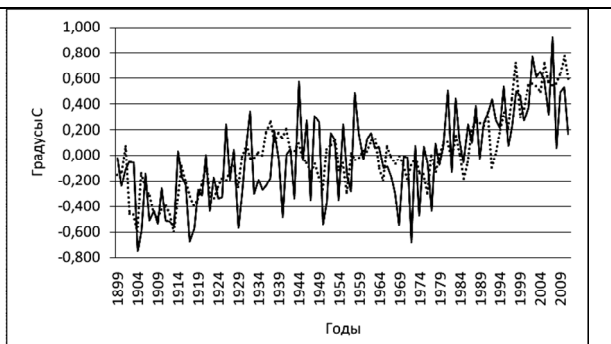


Рис. 4. Многолетние изменения осреднённых по Северному полушарию аномалий приземной температуры воздуха в январе (сплошная) и июле (пунктир).



Рис.5. Отклонения среднегодовой температуры воздуха от средней многолетней, 10-летние скользящие средние



Рис. 6. Отклонения годовой амплитуды температуры воздуха от средней многолетней,

Поскольку суммарная годовая продолжительность меридиональной южной циркуляции до 1963 г. была ниже средней, первые две эпохи оказываются однородными. Третья эпоха подразделяется на периоды: в 1957-1969 гг. положительными отклонениями от средней отличались обе

меридиональные группы циркуляции, в дальнейшем - меридиональная южная, хотя в 1970-1980 гг. продолжительность обобщённой зональной группы была на уровне средней. В 1981-1997 гг. отмечается стремительный рост продолжительности выходов южных циклонов, а с 1998 г. – её уменьшение, хотя по данным на 2010 г. она всё ещё на 31 день в году превышает среднюю. С этого же времени начинается новый рост суммарной годовой продолжительности блокирующих процессов, в 2010 г. она на 58 дней превышает среднюю.

Если же рассматривать не отклонения, а фактическую суммарную годовую продолжительность различных групп циркуляции (рис. 2), то видно, что в течение почти всего рассматриваемого периода наиболее продолжительной оказывается меридиональная северная группа циркуляции. Блокирующие процессы в нижней тропосфере господствовали на полушарии всё время, исключая 30-е годы, когда они перемежались с нарушением зональности (один блокирующий процесс на полушарии, в остальных секторах зональная циркуляция) и 80-90-е, когда они перемежались с меридиональной южной.

Отмечается три всплеска продолжительности блокирующих процессов: в начале XX века, в 60-е годы и в последние годы. Максимумы меридиональной северной группы циркуляции: 1915 – 278 дней (средняя 196); 1969 – 268; 2009 – 265 дней. Минимумы: 1932 г. – 121 день, 1992 г. – 91 день

Скорость роста продолжительности блокирующих процессов в 1992-2009 гг. $174:27=6,4$ дня в год, а в 1932-1969 гг. $147:37=3,97$ дня в год, т. е. сейчас смена характера циркуляции идёт в 1,5 раза быстрее.

Преобладание блокирующих процессов и, следовательно, антициклонической циркуляции проявляется в основном зимой и летом. Сухой арктический воздух, поступая на континенты, летом быстро прогревается при ясном небе, удаляясь от состояния насыщения. Устанавливается жаркая сухая погода. Зимой он быстро выхолаживается, преобладает морозная погода.

Смена характера циркуляции сказывалась и на средней приземной температуре воздуха Северного полушария (рис. 3). До 1926 г. отклонения температуры от средней за 1961-1990 г. были сплошь отрицательными, исключая 1878 г. Таким образом, первая меридиональная эпоха на полушарии – это эпоха похолодания. Наибольшая отрицательная аномалия отмечалась в 1917 г. и составила $-0,544^{\circ}\text{C}$.

С 1918 г. начинается постепенное повышение температуры. Это потепление вошло в историю как «потепление Арктики», т. к. наиболее сильно проявилось в высоких широтах. Оно приходится на зональную циркуляционную эпоху. Наибольшая суммарная годовая продолжительность обобщённой зональной группы (зональная + нарушение зональности) – 230 дней – пришлась на 1932 г. Наибольшее повышение температуры на Северном полушарии отмечалось в 1933 г., аномалия $0,242^{\circ}$. Общее потепление составило $0,786^{\circ}\text{C}$.

Следует отметить, что уточнения на сайт Университета Восточной Англии вносятся постоянно. В статье использованы данные на 23.03.2012 г.

С 1933 г. началось понижение температуры, соответствующее уменьшению суммарной годовой продолжительности зональной циркуляции и росту продолжительности блокирующих процессов. Оно продолжалось 41 год. Наибольшая отрицательная аномалия отмечалась в 1976 г. и составила $-0,295^{\circ}$. Общее похолодание составило $0,537^{\circ}$ С.

С 1977 г. началось новое такое же быстрое потепление, как и предыдущее. Разница заключалась в том, что «стартовая отметка» этого потепления была на $0,249^{\circ}$ С выше, чем предыдущего. Согласовалось оно с таким же быстрым ростом суммарной годовой продолжительности меридиональной южной циркуляции, т. е. стремительных выходов циклонов из низких широт в высокие при циклонической циркуляции на полюсе. Максимум её продолжительности составил 201 день (при средней 46 дней) в 1989 г. и держался на высоком уровне по 1997 г. (179 дней), после чего начал стремительно падать, составив в 2010 г. 77 дней.

Первый раз в среднем на Северном полушарии наиболее высокая приземная температура воздуха (аномалия $0,61^{\circ}$ С) была достигнута в 1998 г. Этот год разумно считать окончанием стремительного роста температуры. После него 6 лет подряд температура была ниже этой отметки, чего не наблюдалось перед этим 20 лет, затем, в 2005 г., аномалия составила $0,626^{\circ}$ С. После этого ещё 4 года подряд аномалия была меньше $0,6^{\circ}$ С, а в 2010 г. снова оказалась $0,626^{\circ}$ С. В 2011 г. она составила $0,438^{\circ}$ С. Следовательно, максимальное потепление за этот период составило $0,921^{\circ}$ С. Таким образом, период с 1999 по 2011 гг. можно считать периодом стабилизации среднегодовой температуры воздуха Северного полушария на самом высоком уровне, какой отмечался с 1850 г., но не относить его к продолжению потепления.

Важно учитывать, как влияет установившийся характер циркуляции атмосферы на изменение температуры зимой и летом. Рассмотрим, как меняются аномалии температуры воздуха на Северном полушарии в январе и июле (рис. 4).

В конце XX века в связи с ростом продолжительности блокирующих процессов июльские положительные аномалии становятся нормой и продолжают увеличиваться (максимальная отмечалась в 2010 г. и составила $0,775^{\circ}$ С), а тенденция роста положительных январских аномалий оборвалась в 2007 г., когда отмечалась максимальная январская положительная аномалия за весь период с 1850 г. ($0,924^{\circ}$ С). С этого времени они резко уменьшились ($0,053^{\circ}$ в 2008 г., $0,142^{\circ}$ в 2011 г.). Разнонаправленный ход январской и июльской температур увеличивает годовую амплитуду колебаний температуры воздуха, что при отсутствии должного внимания к этой тенденции может отразиться и на хозяйственной деятельности (разрушение дорожного покрытия, разрыв трубопроводов и т. п.).

Современные изменения температуры в разных районах Северного полушария происходят по-разному. В среднем по России [3] самым тёплым был 2007 г., а 2010 г., по сравнению с ним, откатился уже на 12-ю строчку среди самых тёплых лет, несмотря на аномально жаркое лето на Европейской территории и в Восточной Сибири.

Рассмотрим, как меняется среднегодовая температура воздуха и соотношение средних температур самого тёплого и самого холодного месяца в году (не обязательно января и июля) на Европейской территории России (ЕТР) в последние годы на фоне многолетних колебаний. Для этого используем среднемесячные данные за 1899-2011 гг. (<http://climatechange.su/>).

Проанализированы среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха шести длиннорядных метеостанций ЕТР, расположенных в разных природных зонах (Архангельск, Казань, Москва, Воронеж, Астрахань, Туапсе), за весь период их наблюдений. Особое внимание обращено на последний период, начавшийся в 1998 г.

Как видно на рис. 5, на ЕТР потепление продолжается. В последнее 10-летие (2002-2011 гг.) аномалия среднегодовой температуры воздуха в Казани и Москве составила $1,7^{\circ}\text{C}$, в Воронеже и Астрахани $1,3^{\circ}$, в Архангельске и Туапсе $1,0^{\circ}$. Другими словами, в центре ЕТР потепление больше, чем на крайнем севере и крайнем юге.

Анализ зимних и летних температур позволяет выявить несколько характерных черт. Во-первых, температура самого тёплого и холодного месяцев на разных станциях изменилась по-разному, но на всех таким образом, что годовая амплитуда температуры увеличилась (рис. 6). Так, на станции Туапсе с 1984 г. в оба сезона температура повысилась, но летом повысилась больше, чем зимой, годовая амплитуда температуры возросла с $16,8^{\circ}$ в 1984 г. до $22,4^{\circ}$ в 2011 г. и стабильно превышает среднюю с 1985 г. На остальных станциях произошло понижение температуры самого холодного и повышение - самого тёплого месяца. Так, на станции Архангельск с 1995 г. средняя температура самого тёплого месяца в году повысилась на $2-6^{\circ}$, а самого холодного – понизилась на такую же величину, в результате годовая амплитуда температуры возросла с $21,2^{\circ}$ в 1995 г. до $38,8^{\circ}$ в 2011 г., т. е. на $17,6^{\circ}$ и в последнее 10-летие превышает среднюю. В Москве годовая амплитуда температуры увеличилась с $21,3^{\circ}$ в 1989 г. до $40,5^{\circ}$ в 2010 г., т. е. на $19,2^{\circ}$. На станции Казань понижение зимних и повышение летних температур отмечается с 1983 г., амплитуда возросла с $26,7^{\circ}$ в 1983 г. до $42,7^{\circ}$ в 2010 г., т. е. на 16° . На станции Воронеж с 1989 г. амплитуда выросла с $21,8^{\circ}$ до $41,2^{\circ}$ в 2010 г., на $19,4^{\circ}$. В Астрахани амплитуда выросла с 26° в 1992 г. до $38,3^{\circ}$ в 2006 г., на $12,3^{\circ}$. Хотя на всех станциях, кроме Архангельска и Туапсе, годовая амплитуда меньше средней, но она постоянно растёт.

Во-вторых, на всех станциях в период 1998-2011 гг. часто наиболее холодным месяцем в году оказывается февраль. В Архангельске и в Казани это по 7 случаев (50 %), в Москве – 9 (64 %), в Воронеже – 8 (57 %), в Астрахани – 6 (43 %), в Туапсе – с 2000 по 2011 (в 1998 и 1999 пропуски в наблюдениях) 5

случаев (45 %). Значительно реже самым тёплым месяцем становится август: в Архангельске таких случаев не отмечалось совсем, в Москве – 1 случай, в Казани – 2, в Воронеже и Астрахани – 5, в Туапсе с 2000 по 2011 – 7 случаев.

Такое смещение самых низких и самых высоких среднемесячных температур является следствием изменения характера циркуляции атмосферы и отражается во времени наступления и продолжительности циркуляционных сезонов [5]. В последние годы на ЕТР зима наступает позднее и продолжается дольше средних сроков.

В-третьих, рост суммарной продолжительности блокирующих и стационарных антициклонов зимой ведёт к повышению вероятности сохранения в течение всей зимы устойчивых морозов без оттепелей. Такой характер погоды отмечался на ЕТР в зимы 2005/06, 2009/10 и 2010/11 гг. Накопление снега с начала зимы до весны повышает опасность весенних паводков. На 1 апреля 2011 г. высота снежного покрова составляла в Центральном ФО 18-53 см, в Черноземье – 13-30 см, в Поволжье – 70-86 см, на северо-западе – 60-78 см. Уровень "зеркала" воды в Псковско-Чудском водоеме на 30 см превышал уровень последних лет, а высота снега составила 278% от средних многолетних показателей (<http://www.meteonovosti.ru>). Наводнения не произошло лишь из-за медленного потепления весной и постепенного таяния снега.

Летом рост продолжительности антициклонической циркуляции повышает вероятность возникновения засух и пожаров, зачастую рукотворных. Так, летом 2011 г. в России площадь лесных и торфяных пожаров оказалась более чем вдвое больше, чем в 2010 г., несмотря на менее суровые погодные условия (<http://www.meteonovosti.ru>).

Рост интенсивности циклонической циркуляции в переходные сезоны увеличивает вероятность возникновения сильного ветра, ливней, гроз, волнений на морях и крупных озёрах, а в предзимье и предвесенье – гололёдных явлений, что и отмечается в последние годы.

Выводы.

1. С 1998 г. на Северном полушарии уменьшение суммарной годовой продолжительности выходов южных циклонов сопровождается быстрым ростом (6,4 дня в год) продолжительности блокирующих процессов преимущественно на континентах зимой и летом.
2. С этого времени прекратилось глобальное потепление.
3. С этого же времени в среднем по полушарию при сохранении больших среднемесячных июльских аномалий положительные январские аномалии уменьшились, т. е. выросла годовая амплитуда температуры.
4. На ЕТР потепление продолжается, но при этом растёт разность между средней температурой самого тёплого и самого холодного месяца в году, т. е. годовая амплитуда температуры.

5. С 1998 г. зачастую самым холодным месяцем оказывается февраль, что связано со временем интенсивного развития сибирского антициклона и его западного отрога.
6. Происходящие изменения требуют внимательного отношения к их возможным хозяйственным последствиям. Увеличение продолжительности антициклонической циркуляции летом чревато установлением жаркой сухой погоды, возникновением засух в зернопроизводящих районах, лесными и торфяными пожарами. Зимние морозы требуют достаточного запаса топлива. Увеличение годовой амплитуды температуры приводит к авариям на трубопроводах, особенно зимой, а также к повреждению зданий и дорожного покрытия. Летняя жара и зимние морозы отрицательно сказываются на здоровье людей.
7. Адаптация к происходящим изменениям предполагает их тщательное изучение в конкретном регионе. Нельзя забывать и о росте повторяемости метеорологически обусловленных опасных природных процессов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-05-00573).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзердзеевский Б.Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии. // Междувед. геофиз. комитет, Институт географии АН СССР, Материалы метеорол. исслед. - Москва. 1968. - 240 с.
2. 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.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 г. // Росгидромет. - Москва, 2011. - 66 с.
4. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / отв. ред. А.Б. Шмакин; Российская акад. наук, Ин-т географии. - М.: Воентехиниздат, 2009. - 372 с.
5. Кононова Н.К., Хмелевская Л.В. Многолетние колебания дат начала и продолжительности циркуляционных сезонов внетропических широт Северного полушария. // Известия РАН, сер. геогр., 2011, № 3. - с. 43-62.

Электронный ресурс

6. Изменение климата России. ИГКЭ. Режим доступа <http://climatechange.su/>
7. Кононова Н.К. Колебания циркуляции атмосферы в XX – начале XXI века. Режим доступа www.atmospheric-circulation.ru
8. Новости погоды. Режим доступа <http://www.meteonovosti.ru>

9. Climatic Research Unit: Data Режим доступа
<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>