

А.И. Савичев, Н.П. Мироничева, В.Ю. Цепелев

ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАНИЙ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В АТЛАНТИКО-ЕВРАЗИЙСКОМ СЕКТОРЕ ПОЛУШАРИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

A. Savichev, N. Mironicheva, V. Tsepelev

ATMOSPHERIC CIRCULATION CHARACTERISTICS OF THE OF THE NORTHERN HEMISPHERE ATLANTIC-EURASIAN SECTOR FOR LAST DECADES

Статья посвящена изучению временных границ текущей и предшествующей эпох циркуляции при помощи изучения повторяемости форм Вангенгейма–Гирса. Установлено, что текущая эпоха циркуляции формы W наблюдалась с 1990 по 2014 г. Предвестники указывают на то, что в следующую циркуляционную эпоху возможно будут преобладать процессы E и C форм. Характеристики полей аномалий приземного давления и температуры двух последних эпох в хорошо согласуются с соответствующими аномалиями повторяемости форм циркуляции W, C и E.

Ключевые слова: атмосферная циркуляция, циркуляционные эпохи, формы циркуляции, макроциркуляционный метод, Вангенгейм–Гирс.

This article was dedicated to the research of the present-day and preceding epoch of circulation and detection of the epoch time's boundary with help of Vangengeim–Girs circulation forms. The authors established that present-day circulation epoch named W was lasted from 1990 to 2014. Epoch precursor pointed that macrocirculation processes of E and C form will prevail in the next epoch of circulation. The characteristics of sea level pressure and surface temperature anomalies fields agreed with repeatability of the W, C, E circulation forms anomalies.

Key words: atmospheric circulation, circulation epoch, form of circulation, macrocirculation method, Vangengeim–Girs.

Введение

Проблема особенностей крупномасштабных колебаний атмосферной циркуляции и связанных с ними климатических изменений тесно связана с решением задачи долгосрочных и сверхдолгосрочных метеорологических прогнозов. Давно известно, что любой процесс в природе, в том числе и климат Земли, претерпевает существенные изменения во времени и состоит из ряда стадий (эпох), которые характеризуют различные этапы его развития. Эпохи подобного рода существуют и в изменении во времени характера атмосферной циркуляции.

На наличие эпох в развитии атмосферной циркуляции (АЦ) впервые указал Г.Я. Вангенгейм ещё в 1948 г. [3]. В дальнейшем этим вопросом занимался, в основном, А.А. Гирс [4, 5, 9]. На основе выделения циркуляционных эпох и закономерностей преобразования форм атмосферной циркуляции, в 30-х гг. XX в. Г.Я. Вангенгеймом в институте Арктики и Антарктики был разработан макроциркуляционный метод

долгосрочных метеорологических прогнозов (ДМП). Этот метод уже более 80 лет используется в оперативной прогностической практике и имеет высокое качество для полярных районов [11, 12].

Вполне понятно, что содержание долгосрочных прогнозов имеет более общий характер, чем краткосрочных и среднесрочных. В долгосрочных прогнозах указывается обычно общий характер ожидаемых циркуляционных условий и погодных характеристик в рассматриваемом районе и их ход внутри прогностического месяца. Несмотря на такие общие формулировки ДМП, их практическое значение особенно велико для планирования и проведения сельскохозяйственных работ, планирования и обеспечения работы морского и рыбопромыслового флотов и др. Ещё более общий характер должны иметь формулировки сверхдолгосрочных прогнозов. Может показаться, что вопрос о сверхдолгосрочных прогнозах не имеет в настоящее время практического значения. Однако, сомнение исчезает, если поставить задачу прогноза форм атмосферной циркуляции, которые получают аномальное развитие в предстоящей циркуляционной эпохе. Используя связи между формами циркуляции W , C , E и различными явлениями в атмосфере и гидросфере, можно попытаться составить сверхдолгосрочный гидрометеорологический прогноз, который будет иметь непосредственное практическое значение.

Заметим, что закономерности эпохальных преобразований форм W , C , E в настоящее время исследованы весьма мало. Объясняется это, прежде всего, ограниченностью имеющегося в нашем распоряжении ряда синоптических материалов. Не ясны также и причины, обуславливающие существование эпох в развитии общей циркуляции атмосферы и особенностей последовательных эпохальных преобразований форм циркуляции. Вполне понятно, что самые крупные в нашем исследовании стадии — циркуляционные эпохи — являются структурными элементами ещё более крупных колебательных процессов. Возможно, что это ветви спада и роста вековых циклов солнечной активности. Некоторые соображения по этому поводу высказывались ещё в работе Гирса А.А. [8].

Поскольку особенности колебания атмосферной циркуляции в конце XX и начале XXI в. пока еще недостаточно изучены, то авторами настоящего исследования была поставлена задача выделения стадий развития атмосферной циркуляции для этого периода на основе идей, предложенных Вангенгеймом—Гирсом.

Для решения поставленной задачи был использован уникальный каталог форм атмосферной циркуляции Г.Я. Вангенгейма и А.А. Гирса, который многие десятилетия непрерывно ведется в Арктическом и Антарктическом научно-исследовательском институте (ААНИИ). Здесь уместно кратко изложить критерии выявления форм атмосферной циркуляции, их основные характеристики, принципы установления эпох и их практическое значение в решении задачи ДМП.

Критерии выделения форм W , C , E атмосферной циркуляции и их основные характеристики

Классификация Г.Я. Вангенгейма основана на понятии элементарного синоптического процесса (ЭСП), которое было им введено в 1933 г. [1]. В течение одного

ЭСП на пространстве атлантико-европейского сектора сохраняется географическая локализация барических образований и основных тропосферных выносов тепла и холода. Средняя продолжительность ЭСП составляет 2–4 дня. Всего Г.Я. Вангенгеймом было выделено 26 типов ЭСП, для каждого из которых были построены типовые сборно-кинематические карты и графики хода метеорологических элементов. По характеру преобладающих тропосферных переносов были выделены три формы атмосферной циркуляции: западная — W , восточная — E и меридиональная — C [2].

В 1948 г. А.А. Гирс исследовал вопрос о вертикальной структуре форм макропроцессов W , E , C и показал, что каждой форме АЦ соответствуют определённые макро-деформационные поля [4, 5]. При этом процессы W формы характеризуют зональное состояние атмосферы, при котором в тропосфере наблюдаются волны малой амплитуды, быстро смещающиеся с запада на восток. Процессы E и C форм характеризуют меридиональное состояние атмосферы, при котором в тропосфере наблюдаются стационарные волны большой амплитуды. Географическое положение высотных гребней и ложбин при E и C формах противоположно, то есть там, где при E форме отмечается гребень, при C форме — локализуется ложбина, и наоборот.

Формы атмосферной циркуляции были установлены Г.Я. Вангенгеймом лишь по данным приземных карт атлантико-евразийского (первого) сектора полушария, без учёта процессов, наблюдавшихся одновременно в тихоокеано-американском (втором) секторе. В связи с этим А.А. Гирс, используя классификационные принципы и критерии Г.Я. Вангенгейма, произвел классификацию процессов, наблюдавшихся во втором секторе полушария [5].

В результате этой классификации процессы второго сектора были обобщены в три типа: зональный — Z , и два меридиональных — $M1$ и $M2$. Распространение принципов классификации на второй сектор позволило А.А. Гирсу установить девять разновидностей основных форм АЦ: W_3 , W_{M1} , W_{M2} , E_3 , E_{M1} , E_{M2} , C_3 , C_{M1} , C_{M2} . Эти разновидности, отображающие специфику и характер эволюции длинных волн Северного полушария, могут рассматриваться как реально наблюдаемые формы АЦ, характеризующие крупномасштабные стадии её развития.

Для использования в прогностических целях особенностей длинных волн, свойственных каждой из девяти указанных форм атмосферной циркуляции, были выявлены связанные с ними характерные состояния приземных полей метеорологических элементов, их аномалий и различных характеристик состояния гидросферы [6, 7].

До сих пор бытует мнение, что типизация Вангенгейма–Гирса имеет сугубо субъективный характер, из-за чего она не может быть формализована при решении прогностических задач. Однако, в работе А.В. Мещерской, написанной в 2013 г. [13] показано, что три формы Г.Я. Вангенгейма взаимно-коррелированы и несут значительную долю объективной информации, что опровергает мнение о субъективном характере данной типизации. Кроме того, Н.С. Сидоренков [14] доказывает, что характеристики циркуляционных эпох коррелируют не только с различными климатическими параметрами, но и с изменениями скорости вращения Земли. Таким образом, можно утверждать, что типизация Вангенгейма–Гирса позволяет объективно обобщить всё реально существующее многообразие фактических макроциркуляционных проявлений АЦ в несколько крупных групп.

Многолетние колебания общей циркуляции атмосферы и особенности проявления двух последних циркуляционных эпох в каждом месяце года

Для целей нашего исследования основной интерес представляют формы циркуляции в атлантико-евразийском секторе полушария. По данным о повторяемости форм *W*, *C* и *E* за период с 1900 по 2014 г. нами была вычислена средняя повторяемость той или иной формы циркуляции в днях (норма) за год и для каждого календарного месяца в отдельности (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Средняя многолетняя (за период с 1900 по 2014 г.) повторяемость в днях (норма) форм циркуляции для каждого месяца и для года в целом

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
W	11,2	8,2	9,7	7,7	7,3	8,9	8,3	10,2	11,5	12,1	10,6	10,9	116,8
C	7,1	6,3	7,7	8,0	9,5	9,8	8,8	6,7	7,4	7,0	55,8	6,3	90,5
E	12,6	13,7	13,6	14,3	14,2	11,4	13,7	14,1	11,1	11,8	13,6	13,7	158,0

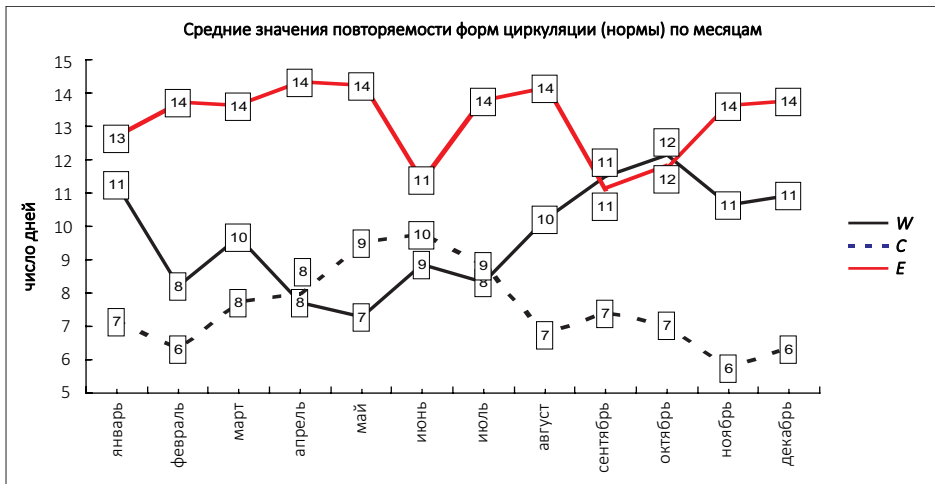


Рис. 1. Годовой ход среднемноголетних значений числа дней с формами циркуляции *W*, *C*, *E*

Анализ полученных результатов показывает специфические особенности годового хода повторяемости каждой из форм циркуляции в первом секторе Северного полушария.

Число дней с формой *W* достигает максимума в осенне-зимний период (сентябрь–январь) при минимуме в мае. Для процессов формы *C* характерен максимум с мая по июль, а минимальные значения отмечаются в осенне-зимний период. Число дней с процессами *E* формы мало меняется от месяца к месяцу. Минимальное число дней с *E* формой отмечается в июне и сентябре–октябре.

Для выделения многолетних колебаний АЦ Г.Я. Вангенгейм предложил использовать метод построения интегральных кривых аномалий форм циркуляции [3]. Для их построения вычисляются аномалии повторяемости рассматриваемой формы циркуляции за каждый месяц и год, которые суммируются в накопленные суммы. График накопленных сумм и называется интегральной кривой аномалий частоты рассматриваемой формы циркуляции. Рост интегральной кривой соответствует периодам преобладания положительной аномалии данной формы циркуляции, а падение — периодам доминирования отрицательной аномалии. Периоды преобладания той или иной аномалии в формах циркуляции было названо Г.Я. Вангенгеймом «Эпохами Атмосферной Циркуляции» (ЭАЦ).

Анализ представленных интегральных кривых годовых аномалий повторяемости форм циркуляции показывает, что для рассматриваемого ряда лет можно выделить следующие ЭАЦ:

1903–1928 год (*W*) → 1929–1939 (*E*) → 1940–1948 (*C*) →
→ 1949–1965 (*E+C*) → 1966–1989 (*E*) → 1990–2014 (*W*)

Первые четыре ЭАЦ были установлены в работе А.А. Гирса [10]. В этой работе рассмотрены многолетние характеристики АЦ и установлена их связь с четырьмя эпохальными преобразованиями форм *W*, *C*, *E*. Там же было показано, что такие основные характеристики форм циркуляции *W*, *C*, *E* как локализация, знак и интенсивность очагов аномалий давления, температуры и осадков, могут рассматриваться и как характеристики соответствующей ЭАЦ. Эта закономерность имеет важное прогностическое значение, так как позволяет, наряду с прогнозом в предстоящую эпоху преобладающей формы циркуляции, судить о принципиальном характере распределения очагов аномалий температуры, давления и осадков.

Исследование характера развития АЦ в конце XX и начале XXI в. с использованием принципов, предложенных Вангенгеймом–Гирсом, позволило нам выделить две циркуляционные эпохи. Остановимся на их особенностях подробнее.

Из графиков на рис. 2 отчётливо видно, что период с 1966 по 1989 г. характеризовался беспорным преобладанием процессов *E* формы циркуляции, что дало нам основание отнести его к эпохе *E* формы. Период с 1990 г. и по настоящее время характеризуется систематическим превышением относительно нормы процессов *W* формы циркуляции. При этом процессы формы *C*, в основном, повторялись в пределах нормы или были немного ослаблены, а процессы формы *E* были ослаблены в преобладающем числе лет. Это даёт нам основание отнести текущий период к эпохе *W* формы циркуляции.

В работах А.А. Гирса было показано, что аномальное развитие той или иной формы циркуляции в какой-либо эпохе особенно четко проявляется в одном или двух сезонах [9]. Поэтому, предсказав тип циркуляции эпохи, можно предсказать и сезоны, в которых эти особенности циркуляции будут особенно сильно выражены. Последнее обстоятельство имеет существенное практическое значение для составления месячных и сезонных прогнозов погоды.

Авторы подробно изучили многолетние колебания циркуляции в каждом календарном месяце. На графиках на рис. 3 показаны отклонения от нормы числа дней с формами циркуляции *W*, *C* и *E* в каждом из календарных месяцев двух последних циркуляционных эпох: *E* (1966–1989 гг.) и *W* (1990–2014 гг.).

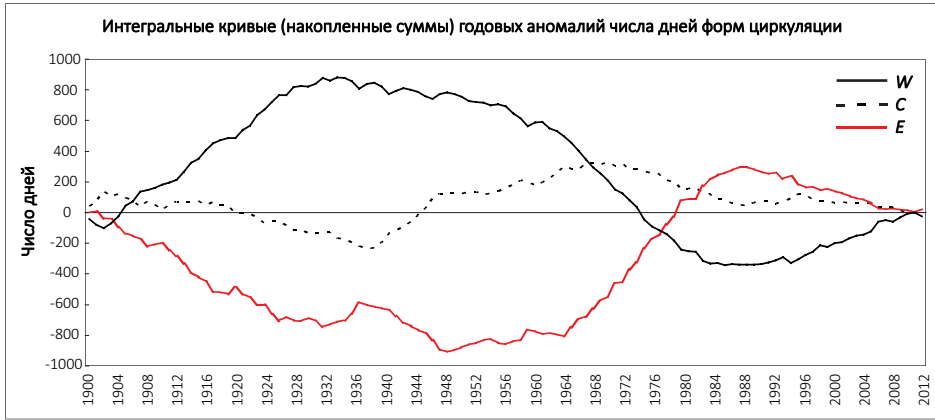
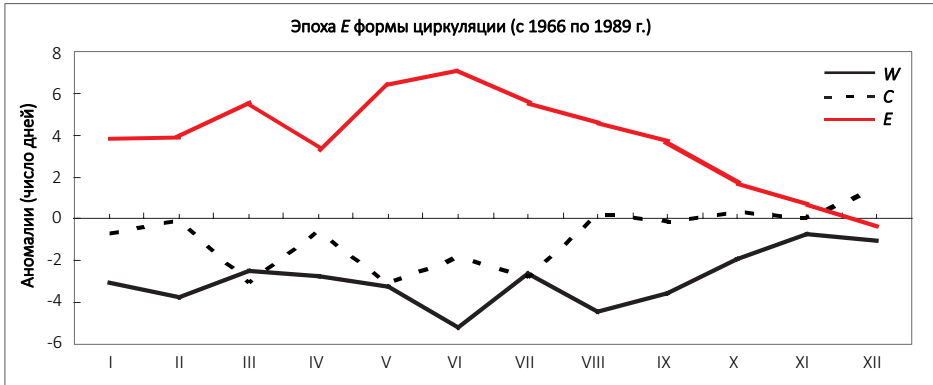


Рис. 2. Интегральные кривые годовых аномалий повторяемости W , C и E форм циркуляции

а)



б)

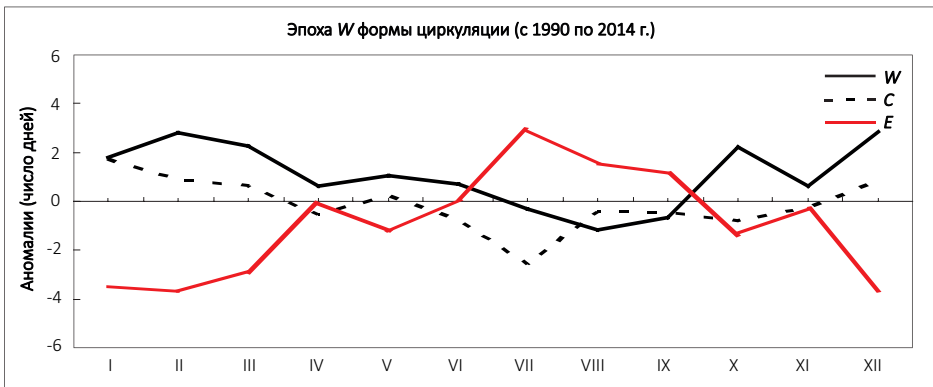


Рис. 3. Внутригодовые изменения повторяемости процессов форм W , C и E (в отклонениях от нормы) в циркуляционную эпоху: а — E формы (1966–1989 гг.); б — W формы (1990–2014 гг.)

На рис. 3а видно, что в эпоху *E* (1966–1989 гг.) процессы формы *E* заметно превышали норму во все календарные месяцы года, кроме декабря. Особенно сильное развитие процессы *E* формы получили в марте и в мае-июле. Повторяемость процессов формы *W* была аномально ослаблена во все месяцы года. Повторяемость процессов *C* формы в месяцы холодного полугодия, а также в апреле и августе была близка к норме, в тёплое время года она была ниже нормы.

В текущей циркуляционной эпохе *W* (1990–2014 гг.), как видно на рис. 3б, в зимние месяцы года аномальное развитие получили процессы *W* и *C* форм. В период с июля по сентябрь повторяемость процессов *E* формы превышала норму. Таким образом, в эпохе *W* в эти месяцы сохранялись черты предшествующей циркуляционной эпохи *E*. В переходные сезоны года (апрель–июнь и октябрь–ноябрь) повышенная повторяемость наблюдалась для процессов формы *W*, а процессы форм *C* и *E* были либо ослаблены, либо близки к норме.

Здесь следует заметить, что рассмотренные графики были построены по средним за эпоху аномалиям числа дней с процессами *W*, *C* и *E* форм в каждом месяце. Они не позволяют выявить особенности аномального развития процессов форм *W*, *C* и *E* для каждого календарного месяца каждого года эпохи. Поэтому нами были построены интегральные кривые ежемесячных аномалий числа дней с процессами форм *W*, *C* и *E* за период с 1900 по 2014 г. для каждого календарного месяца. Объём статьи не позволяет нам разместить здесь указанные графики, поэтому мы ограничимся описанием результатов проведённого анализа.

Анализ построенных графиков позволил выявить особенности преобразований форм *W*, *C* и *E* в каждом месяце года для выделенных нами ЭАЦ. Было установлено, что в отдельные месяцы кривые многолетних преобразований каждой из форм циркуляции весьма существенно отличаются от кривых их среднегодовых аномалий. Следовательно, зависимость многолетних колебаний тех или иных метеоэлементов от формы АЦ целесообразно изучать для каждого календарного месяца в отдельности. В этом случае можно точнее установить форму циркуляции, аномальное развитие которой определило то или иное изменение изучаемого элемента или явления.

С помощью интегральных кривых нами был проведён углублённый анализ особенностей циркуляции по календарным месяцам года в последних двух циркуляционных эпохах *E* (1966–1989 гг.) и *W* (1990–2014 гг.). Обобщенные результаты помещены в табл. 2.

Как было отмечено выше, период с 1966 по 1989 г. по годовым кривым повторяемости отнесён к эпохе *E* циркуляции. Однако, в отдельные годы эпохи процессы формы *E* были ослаблены, а процессы форм *C* и *W* получили аномальное развитие. Так для январей это было отмечено в 1989 г., а для февралей — 1983 г. и т.д. В декабре аномальное развитие получали попеременно процессы всех трёх форм. Однако, судя по интегральным кривым, построенным для декабря, начиная с 1980 г. резко возросла повторяемость процессов формы циркуляции *W*. То есть в декабре новая циркуляционная эпоха *W* установилась уже в 1980 г. (табл. 2).

В девяти месяцах текущей циркуляционной эпохи были аномально развиты процессы формы *W*. В зимние и весенние месяцы они наблюдались в комбинации с процессами формы *C*. Но даже в те месяцы, когда процессы *W* и *C* форм преобладали, в некоторые годы отмечалась аномальная повторяемость процессов формы *E*. Так,

для январей такие вспышки повторяемости наблюдались в 2006, 2010 и 2014 г., а для февралей — в 2007, 2012 и 2014 г. и так далее (табл. 2).

Таблица 2

Границы циркуляционных эпох по календарным месяцам для эпох E (1966–1989 гг.) и W (1990–2014 гг.) циркуляции

Месяцы	Эпоха формы E циркуляции		Текущая эпоха $W+C$ циркуляции	
	Период (годы)		Начало	Форма циркуляции
	Начало	Конец		
Январь	1965	1981	1982	$W+C$ ($E+C$ 1984, 2006, 2010, 2014)
Февраль	1971	1986	1987	$W+C$ (E 1996, 2005–2007, 2012, 2014)
Март	1969	1992	1993	$W+C$ (E 1992, 1996)
Апрель	1950	1994	1995	$W+C$ (E 2002–2004)
Май	1957	1988	1989	$W+C$ (E 1995–1996, 2005)
Июнь	1964	2001	2002	$W+C$ (E 1995, 1997–1999, 2011, 2013)
Июль	1957	1992	1993	$E+W$ (W 1993, 1995, 2004–2005, 2007–2008, 2012)
Август	1967	1985	1986	$E+W$ (W 1986–1989, 1998–2000, 2005, 2008, 2010)
Сентябрь	1960	2001	2002	W (E 2013)
Октябрь	1970	1982	1983	W (E 1987, 1991, 2000, 2001, 2014)
Ноябрь	1966	2000	2001	W (C 2007, E 2014)
Декабрь	1934	1979	1980	$W+C$ ($E+C$ 1984, 2002, 2008–2009, 2012)

В июле и августе преобладающими оставались процессы предшествующей циркуляционной эпохи E . Это даёт нам основание считать, что в эти месяцы циркуляционная эпоха E продолжалась по 2014 г. В июлях 2004–2005, 2007–2008 и 2012 гг. аномальное развитие получили процессы форм W и C . В августах 1995, 2000, 2003 и 2008 г. процессы формы W и C так же имели аномальную повторяемость (табл. 2).

В октябрых 2000–2001 и 2014 г. и в ноябрых 1993, 2000 и 2014 г., на фоне безусловного преобладания процессов формы W , наблюдалась вспышка повторяемости процессов формы E . В декабрых 2008 и 2012 г., на фоне устойчивого преобладания процессов форм W и C , были отмечены вспышки повторяемости процессов формы E (табл. 2).

Резюмируя полученные результаты анализа особенностей циркуляционных эпох: E (1966–1989 гг.) и W (1990–2014 гг.), отметим следующее. Границы эпох, установленные по месячным интегральным кривым, имеют существенные различия от границ эпох, установленных по годовым интегральным кривым (табл. 2).

Самое раннее начало эпохи E (в комбинации с C) было обнаружено в декабре 1934 г., а самое позднее — в феврале 1971 г. Самое раннее окончание эпохи E наблюдалось так же в декабре, но 1979 г., а самое позднее окончание наблюдалось в июне и сентябре 2001 г. В каждом календарном месяце окончание эпохи E и начало текущей циркуляционной эпохи W наблюдается в разные годы.

Выше нами было показано, что в июле–августе основные черты эпохи циркуляции E сохраняются и в настоящее время. Важно так же отметить, что в зимние месяцы

последнего десятилетия довольно часто отмечались вспышки повторяемости процессов формы циркуляции *E*. На рис. 4 в качестве иллюстрации сказанного приведён февральский график и числа дней с аномальным развитием формы циркуляции *E* и аппроксимирующая кривая полиномиального тренда.



Рис. 4. График аномалии числа дней с формой циркуляции *E* для февраля за период с 1900 по 2014 г. и аппроксимирующая кривая полиномиального тренда

Линия тренда повторяемости формы циркуляции *E* в феврале отчётливо показывает тенденцию к росту. За исключением марта и апреля, эта тенденция прослеживается и в другие календарные месяцы. В марте и апреле анализ тенденций последних лет показывает небольшое увеличение повторяемости циркуляционных процессов формы *C*. У нас есть все основания предположить, что эти вспышки процессов *E* и *C* форм являются предвестниками («ростками») предстоящей циркуляционной эпохи.

Особенности макроциркуляционных атмосферных процессов в двух последних циркуляционных эпохах

В целях изучения связи между эпохальными преобразованиями форм циркуляции и аномалиями режима погоды в атлантико-евразийском секторе полушария нами были построены средние карты аномалий приземного давления и температуры воздуха для каждого календарного месяца.

Сопоставление этих карт позволило установить их принципиальное различие, обусловленное спецификой преобладающего развития тех или иных процессов в соответствующей ЭАЦ.

На рис. 5 в качестве примера представлены средние февральские карты аномалий давления (*a*, *б*) и температуры воздуха (*в*, *г*) для эпох *E* и *W*.

Сравнивая карты на рис. 5*а* и 5*б*, легко увидеть принципиальные различия в распределении областей положительных и отрицательных аномалий приземного давления на пространстве Северного полушария. Так, в эпоху формы циркуляции *E* над Европой

обнаруживается обширная область положительной аномалии приземного давления, что свидетельствует о преобладании в этом районе процессов антициклогенеза. Очаги отрицательных аномалий давления обнаруживаются в районах расположения Азорского и Сибирского зимнего максимумов. Такое распределение очагов аномалий является характерным для процессов *E* формы.

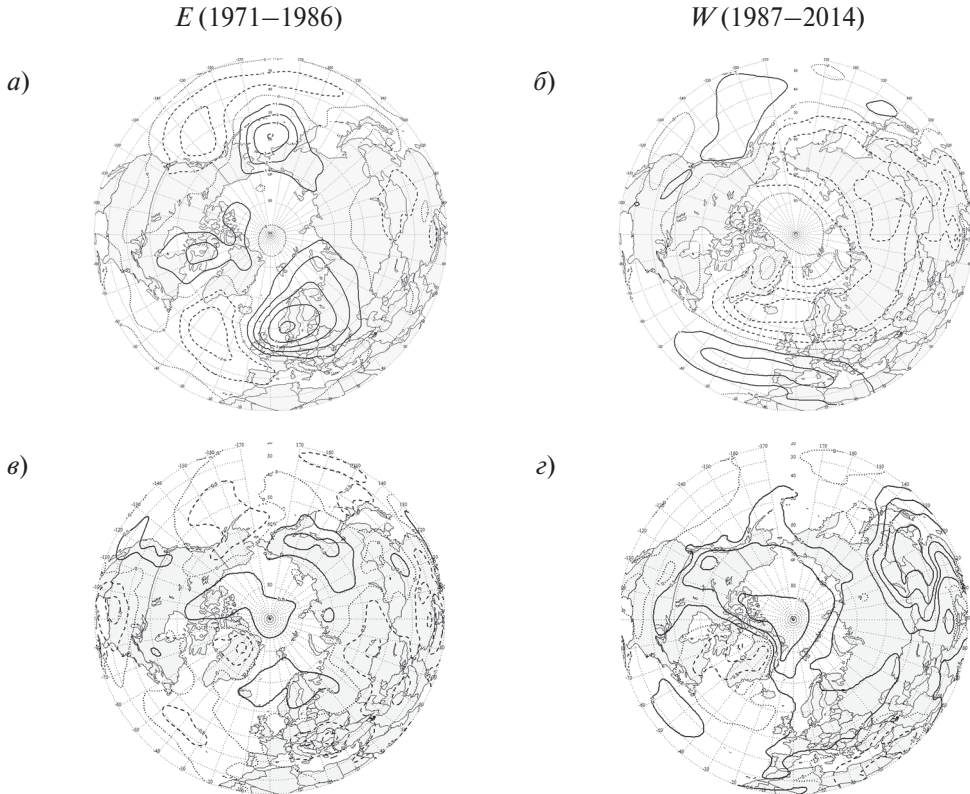


Рис. 5. Средние февральские карты аномалий приземного давления (*a*, *б*) и температуры воздуха (*в*, *г*) для эпох *E* и *W* по данным реанализа NCEP

Поле аномалий приземного давления в эпоху *W* формы имеет свою особенность — область отрицательных аномалий ориентирована в зональном направлении от Исландии на евразийский континент, а область положительных аномалий вытянута от Азорского максимума на Средиземное море. Такое распределение очагов положительных и отрицательных аномалий приземного давления свидетельствует о преобладающих зональных смещениях циклонов в умеренных и высоких широтах и антициклонов — в субтропиках.

Различия в характере развития синоптических процессов в установленных нами ЭАЦ отразились и в особенностях полей положительных и отрицательных аномалий

температуры воздуха. В эпоху *E* формы распределение аномалий температуры воздуха характеризуется наличием обширной области отрицательных аномалий над всем континентом Евразии. Такое распределение хорошо согласуется с распределением поля аномалий давления так как отрицательные аномалии формируются вторжением холодного арктического воздуха на восточных и юго-восточных перифериях стационарных антициклонов. В эпоху *W* формы наблюдается обратная картина — над континентом Евразия формируется обширная область положительных аномалий температуры, которая обусловлена переносом теплого воздуха с океана на континент в южных секторах циклонов.

Полученные за текущую циркуляционную эпоху средние поля аномалий приземного давления и температуры воздуха для каждого календарного месяца успешно используются нами в оперативной практике Гидрометцентра Санкт-Петербурга при выпуске в первом приближении прогноза погоды на месяц.

Выводы

В качестве основных особенностей АЦ в атлантико-евразийском секторе полушария можно отметить следующее:

1. По интегральным кривым годовых аномалий повторяемости форм атмосферной циркуляции «Вангенгейма—Гирса» нами были установлены границы двух последних циркуляционных эпох — эпохи *E* формы, наблюдавшейся в 1966—1989 гг., и эпохи *W* формы, наблюдавшейся в 1990—2014 гг.
2. Анализ эпохальных преобразований для календарных месяцев года показал, что границы каждой из этих двух эпох, установленные по годовым интегральным кривым, имеют существенные отличия от границ эпох, установленных по месячным интегральным кривым.
3. Характеристики полей аномалий приземного давления и температуры двух последних эпох в каждом календарном месяце хорошо согласуются с соответствующими аномалиями повторяемости форм циркуляции *W*, *C* и *E*. Это обстоятельство имеет важное прогностическое значение, так как позволяет наряду с прогнозом повторяемости форм циркуляции предстоящей эпохи судить об основных фоновых характеристиках полей аномалий метеорологических параметров в каждом календарном месяце предстоящей эпохи.

Литература

1. *Вангенгейм Г.Я.* Опыт применения синоптических методов к изучению и характеристике климата. // Известия ГГО, 1933, № 2–3, с. 3–16.
2. *Вангенгейм Г.Я.* К вопросу типизации и схематизации синоптических процессов. // Метеорология и гидрология, 1938, № 3, с. 38–58.
3. *Вангенгейм Г.Я.* Особенности атмосферной циркуляции в различных эпохах и колебания климата. // Труды Второго Всесоюзного географического съезда, 1948, т. 11. — 213 с.
4. *Гирс А.А.* К вопросу изучения основных форм атмосферной циркуляции. // Метеорология и гидрология, 1948, № 3, с. 9–21.
5. *Гирс А.А.* Вертикальная структура, формирование и преобразование основных типов атмосферной циркуляции. // Труды Аркт. науч.-исслед. института, 1951, т. 33, с. 144–148.

6. *Гирс А.А.* Типовые характеристики основных разновидностей форм атмосферной циркуляции в холодное полугодие года. // Проблемы Арктики, 1959, вып. 7, с. 65–70.
7. *Гирс А.А.* Типовые характеристики основных разновидностей форм атмосферной циркуляции в тёплое полугодие года. // Проблемы Арктики и Антарктики, 1960, вып. 2, с. 43–48.
8. *Гирс А.А.* Основы долгосрочных прогнозов погоды. — Л.: Гидрометеиздат, 1960. — 560 с.
9. *Гирс А.А.* Особенности внутригодовых преобразований макросиноптических процессов в различных циркуляционных эпохах. // Труды Аркт. и Антаркт. науч.-иссл. ин-та, 1963, т. 283, с. 33–56.
10. *Гирс А.А.* Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы. — Л.: Гидрометеиздат, 1971. — 280 с.
11. *Гирс А.А.* Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 485 с.
12. *Иванов В.В., Виноградов Н.Д.* Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов для полярных областей. // Проблемы Арктики и Антарктики, вып. 70, с. 246–254.
13. *Мещерская А.В., Кононова Н.К., Иванов В.В., Голод М.П.* Сравнение двух типизаций циркуляционных процессов. // Труды ГГО, вып. 568, с. 137–155.
14. *Сидоренков Н.С.* Атмосферные процессы и вращение Земли. — СПб.: Гидрометеиздат, 2002. — 366 с.