

*Е.Ю. Титова, В.Ю. Цепелев*

**КАЛЕНДАРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СРЕДНЕСУТОЧНОГО ХОДА  
ТЕМПЕРАТУРЫ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РФ**

*E.Y. Titova, V.Y. Tsepelev*

**THE DAILY SURFACE TEMPERATURE CALENDAR FEATURES  
IN THE NORTHWEST REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION**

*В настоящей статье приведены результаты исследования календарных особенностей внутримесячного хода температуры воздуха в четырех географических пунктах Северо-Западного региона РФ для трех календарных месяцев. Особенностью данного исследования является то, что оно проведено по трем выбранным эпохам атмосферной циркуляции, выделенным Вангенгеймом и Гирсом в отдельности. В работе показано, что при переходе от одной циркуляционной эпохи к другой происходит перестройка не только макроциркуляционных механизмов, но и структуры календарных особенностей и закономерности, полученные для одной циркуляционной эпохи нельзя использовать в другой. Основным результатом, полученным в исследовании, является набор календарных особенностей в ходе температуры воздуха, который можно использовать для детализации прогноза температуры на месяц и сезон.*

*Ключевые слова: долгосрочный прогноз погоды, календарные особенности, эпоха циркуляции, температура воздуха, детализация прогнозов.*

*In the article, the research results of the calendar features of air temperature trend in the North-West region of Russia presented. The main feature of this research is that it is carried out on atmospheric circulation modes discovered by Vangengeym-Girs. In work it is shown that upon transition from one circulating mode to another there is a reorganization not only atmospheric circulating mechanism, but also structures of calendar features and the characteristic received for one circulating mode can't be used in another. The main result received in research is the set of calendar features of the air temperature trend which can be used for long range weather forecast definition.*

*Key words: long range weather forecast, calendar features, epoch of atmospheric circulation, air temperature, forecast definition.*

## **Введение**

Календарные особенности (КО) – возмущения в многолетнем годовом ходе метеорологического элемента, представленном по многолетним средним за отдельные календарные дни, приходящиеся на определенный день или последовательные дни. Наличие КО говорит об определенных атмосферных процессах, повторяющихся из года в год около определенных календарных дат [5]. Изучение календарных особенностей погоды на земном шаре может способствовать прояснению многих важных сторон общей циркуляции атмосферы. КО проливают свет на характер климата того или иного района и на некоторые закономерности динамики атмосферных макропроцессов. Их изучение может иметь существенное значение для совершенствования методики долгосрочных прогнозов погоды [1].

Целью нашей работы является выявление таких календарных особенностей, которые могут иметь прогностическую ценность для прогноза внутримесячного хода температуры и изучение вопроса сохранения этих КО при смене макроциркуляционных характеристик атмосферы Северного полушария.

В работе было использовано программное обеспечение, разработанное в ФБГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» В.Ю. Цепелевым.

### **Исследование календарных особенностей хода среднесуточной приземной температуры воздуха в городах Северо-Западного региона РФ**

До настоящего времени календарные особенности обычно изучались на всем доступном ряду наблюдений. Мы решили провести исследование календарных особенностей в ходе приземной температуры воздуха на рядах, разбитых по эпохам атмосферной циркуляции [2, 3]. Необходимость такого подхода связана с различным характером атмосферной циркуляции всего Северного полушария в каждой из циркуляционных эпох. Предполагается, что при переходе от одной циркуляционной эпохи к другой также происходит перестройка структуры КО во внутримесячном ходе приземной температуры воздуха.

Объектом исследования являлись календарные особенности в ходе температуры воздуха в трех календарных месяцах (январь, май, сентябрь), по четырем пунктам Северо-Западного региона РФ, в каждой из трех выбранных эпох атмосферной циркуляции. Исследование КО хода приземной температуры проводилось для следующих географических пунктов - Санкт-Петербурга, Великих Лук, Вологды и Архангельска.

Нами были выбраны выделенные Вангенгеймом и Гирсом следующие эпохи атмосферной циркуляции: 1929–1939 гг. (E), 1965–1985 гг. (E) и 1986–2011 гг. (W+C) [3, 4]. В соответствии с некоторыми прогнозами, наступающая эпоха атмосферной циркуляции так же будет иметь форму «E», а следовательно, найденные нами закономерности можно будет использовать и в ней.

В работе были использованы данные исторического реанализа XX в. NCEP/NCAR. База данных (БД) температуры на уровне земли [6]. Данные были получены в рамках проекта «Twentieth Century Reanalysis Project dataset» начиная с 1900 г. и по настоящий момент. БД содержит объективно проанализированные абсолютные среднесуточные значения температуры воздуха в градусах Кельвина и их неопределенности. Данные находятся в узлах регулярной Гауссовой сетки размерностью 192×94 узла для всей поверхности Земного шара. В каждом узле сетки нами были рассчитаны нормы температуры за период 1900–2010 гг. На основании этих норм были получены аномалии температуры. БД находится в свободном доступе в сети Интернет по адресу: [ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/ncep.reanalysis.dailyavgs/surface\\_gauss/](ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/ncep.reanalysis.dailyavgs/surface_gauss/) Для анализа КО в работе был использован каталог макроциркуляционных процессов разработанный и поддерживаемый в ААНИИ.

Для каждого выбранного месяца и географического пункта были построены:

- карты средних, по каждой циркуляционной эпохе, полей аномалий приземной температуры воздуха и приземного давления;
- графики хода средней, за каждую циркуляционную эпоху, приземной температуры воздуха и ее аномалий внутри выбранного календарного месяца.

На оси абсцисс графиков были размещены дни месяца. На графиках абсолютных значений температуры представлены две оси ординат – температура и ее среднеквадратическое отклонение (СКО) в градусах Цельсия. На графиках аномалий температуры представлена вероятность осуществления знака аномалии (ВОЗА), в процентах.

### **Анализ полученных результатов**

В первую очередь, нами был проведен анализ среднемесячных полей приземного давления и температуры для каждой из выбранных циркуляционных эпох. Анализ выявил существенные различия между эпохами. Так, в обе циркуляционные эпохи с преобладанием формы «Е» поля аномалий давления характеризовались преобладанием положительных аномалий в высоких и умеренных широтах Северного полушария во всех трех анализируемых календарных месяцах (рис. 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6). В эпоху атмосферной циркуляции формы (W+C), наоборот, в этих широтах наблюдалось преобладание отрицательных аномалий давления (рис. 1-7, 1-8, 1-9). Циклоническая деятельность для последней циркуляционной эпохи сместилась из умеренных широт в высокие, что обусловило там более изменчивый характер погоды. Таким образом, формирование КО, в различные циркуляционные эпохи, происходит на фоне различных макроциркуляционных процессов, а следовательно и структура КО должна изменяться от эпохи к эпохе. В связи с повышенной повторяемостью антициклонического характера погоды в изучаемом регионе, в эпоху циркуляции «Е» 1929–1939 гг. количество КО в ходе приземной температуры воздуха в ней должно быть повышенным, по сравнению с другими эпохами циркуляции, что и подтверждается результатами исследования, представленным в табл. 1.

Изучая ход температуры внутри месяца, мы уделяли основное внимание точкам перелома на графиках. Выявив такие особые точки, мы оценивали для них среднеквадратичное отклонение и вероятность осуществления знака аномалии, чтобы определить, являются ли эти точки значимыми КО во внутримесячном ходе приземной температуры. Необходимым и достаточным условием значимости КО являлось минимальное для данного месяца СКО и превышение значения в 70 % вероятности осуществления знака аномалии. Всего нами было выявлено 27 таких особых точек (табл. 1). Даты формирования таких точек мы принимали за календарные особенности месяца (КО). При прогнозе погоды на месяц именно в эти даты можно с большой степенью вероятности ожидать осуществление аномалий температуры воздуха определенного знака и величины.

Чтобы проследить, как изменялась структура КО в ходе приземной температуры воздуха от эпохи к эпохе, мы сравнивали ход среднесуточной приземной температуры по каждому географическому пункту и месяцу для различных циркуляционных эпох.

#### *Санкт-Петербург*

Рассматривая ход приземной температуры в данном пункте, можно заметить, что в январе во все три выбранные эпохи было много резких смен тенденций в ходе приземной температуры. В циркуляционную эпоху «Е» (1929–1939 гг.) были выделены даты КО 8 и 25 января (рис. 2-1а, 2-1б). В эпоху «Е» (1965–1985 гг.) КО не были обнаружены (рис. 2-4а, 2-4б), зато в эпоху «W+C» (1986–2010 гг.) была выявлена КО 16 января (рис. 2-7а, 2-7б).

На майских графиках можно выделить КО в первую эпоху – 21 и 30 мая (рис. 2-2а, 2-2б) и в третью эпоху – 7 мая (рис. 2-5а, 2-5б). Для второй эпохи КО не выделено (рис. 2-8а, 2-8б).

В ходе приземной температуры сентября были найдены КО в первой эпохе 13 и 20 сентября (рис. 2-3а, 2-3б), во второй эпохе 29 сентября (рис. 2-6а, 2-6б), а в третьей эпохе 28 сентября (рис. 2-9а, 2-9б).

#### *Архангельск*

В январе (графики не приведены) мы отметили КО 8 и 20 января в первой эпохе и 30 января во второй эпохе, 1 и 17 января в третьей циркуляционной эпохе.

В мае (графики не приведены) только в первую эпоху было выделено три КО – 4 и 30 мая.

В ходе приземной температуры в сентябре (графики не приведены) также только в первую эпоху была выделена КО 15 сентября.

#### *Вологда*

В январе (графики не приведены) в первую циркуляционную эпоху были отмечены КО 8, 9 и 16 и 26 января. В остальные эпохи КО не обнаружено.

В мае (графики не приведены) КО не было обнаружено.

В сентябре (графики не приведены) выбрана только одна КО в третью циркуляционную эпоху – 30 сентября.

#### *Великие Луки*

В январе первой эпохи (графики не приведены) была выбрана одна КО 27 января. Для второй эпохи КО мы не обнаружили. В третьей циркуляционной эпохе выбрано две КО – 13 и 15 января.

В мае (графики не приведены) КО обнаружены только 21 мая первой эпохи

В сентябре (графики не приведены) КО особенности выявляются только в первой эпохе – 19 сентября.

Для всех особых точек были построены средние, за этот день, поля давления и аномалий приземной температуры воздуха и проанализирована синоптическая ситуация, характерная для каждой выбранной КО.

Для анализа КО был использован каталог макроциркуляционных процессов, из которого для каждой даты наблюдения КО выбраны индексы атмосферной циркуляции за все годы исследуемой циркуляционной эпохи и рассчитаны вероятности осуществления каждой формы циркуляции в эту дату.

В связи с большим объемом полученного материала в настоящей статье приведены лишь несколько примеров календарных особенностей в ходе температуры.

Таблица 1

**Календарные особенности и их основные характеристики для 4 географических пунктов в трех календарных месяцах по трем эпохам циркуляции**

| январь   | 1929-1939 (E)   |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
|----------|-----------------|-------|------|---------|-------|------|--------------|-------|------|-------------|-------|------|
|          | Санкт-Петербург |       |      | Вологда |       |      | Великие Луки |       |      | Архангельск |       |      |
|          | t, °C           | s, °C | v, % | t, °C   | s, °C | v, % | t, °C        | s, °C | v, % | t, °C       | s, °C | v, % |
| 8        | -7,5            | 2,5   | 73   | -8,7    | 2,3   | 82   |              |       |      | -8,3        | 2,5   | 74   |
| 9        |                 |       |      | -8,2    | 2,4   | 73   |              |       |      |             |       |      |
| 16       |                 |       |      | -9,0    | 2,4   | 72   |              |       |      |             |       |      |
| 20       |                 |       |      |         |       |      |              |       |      | -7,6        | 2,6   | 81   |
| 25       | -6,5            | 2,4   | 73   |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 27       |                 |       |      |         |       |      | -6,1         | 2,3   | 72   |             |       |      |
| январь   | 1965-1985 (E)   |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 30       |                 |       |      |         |       |      |              |       |      | -12,7       | 2,2   | 71   |
| январь   | 1986-2011 (W+C) |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 1        |                 |       |      |         |       |      |              |       |      | -9,4        | 2,2   | 73   |
| 13       |                 |       |      |         |       |      | -4,2         | 2,3   | 90   |             |       |      |
| 15       |                 |       |      |         |       |      | -4,2         | 2,3   | 85   |             |       |      |
| 16       | -4,4            | 2,4   | 80   |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 17       |                 |       |      |         |       |      |              |       |      | -7,7        | 2,4   | 73   |
| май      | 1929-1939 (E)   |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 4        |                 |       |      |         |       |      |              |       |      | 0,6         | 1,8   | 73   |
| 21       | 13,6            | 1,9   | 82   |         |       |      | 14,9         | 1,6   | 82   |             |       |      |
| 30       | 12,0            | 1,6   | 73   |         |       |      |              |       |      | 6,9         | 2,0   | 75   |
| май      | 1965-1985 (E)   |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| май      | 1986-2011 (W+C) |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 7        | 9,3             | 1,5   | 73   |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| сентябрь | 1929-1939 (E)   |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 13       | 8,6             | 1,7   | 73   |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 15       |                 |       |      |         |       |      |              |       |      | 6,1         | 1,1   | 100  |
| 19       |                 |       |      |         |       |      | 11,9         | 1,8   | 82   |             |       |      |
| 20       | 10,7            | 1,7   | 82   |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| сентябрь | 1965-1985 (E)   |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 29       | 5,2             | 1,8   | 71   |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| сентябрь | 1986-2011 (W+C) |       |      |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 28       | 7,8             | 1,9   | 70   |         |       |      |              |       |      |             |       |      |
| 30       |                 |       |      | 6,4     | 1,9   | 70   |              |       |      |             |       |      |

**Циркуляционная эпоха – 1929–1939 гг. (форма циркуляции «E»)**

В данной циркуляционной эпохе мы смогли выделить 6 КО, но в статье опишем лишь некоторые из них. Так в январе была выбрана КО наблюдавшаяся 8 января в Вологде, Санкт-Петербурге и Архангельске когда с вероятностью 82/73/74 % соответственно, осуществлялась положительная аномалия приземной температуры воздуха (+4) / (+2) / (+3) °C. В этот день температура в достигала значений (-8,7) / (-7,5) / (-8,3) °C. В среднем за одиннадцать лет эпохи «E», 8 января форма циркуляции «W» являлась преобладающей в 27 % случаев,

«С» – в 27 % случаев, «Е» – в 46 % случаев. В этот день Северо-Западный регион оказывался под влиянием адвекции тепла поступившего из Северной Атлантики по южной периферии циклона (рис. 3). Синоптическая обстановка в первом естественном синоптическом секторе характеризовалась обширным антициклоном, распространявшимся от Испании до южной Сибири, захватывая Скандинавию. Над приполюсным районом располагался обширный циклон, захватывающий север Европейской части России, с ложбиной вытянутой на Исландию и Британские острова. Области положительных аномалий температуры были расположены над Европейской частью России, Уралом, Баренцевым и Карским морями. Области отрицательных аномалий были расположены над Украиной, Прикаспийским регионом и Южной Сибирью.

В мае нами была выбрана КО? наблюдавшаяся 21 числа в Санкт-Петербурге и Великих Луках, когда с вероятностью 82 % наблюдалась положительная аномалия приземной температуры воздуха (+2,0) / (+2,4) °С. Сама температура поднималась до +13,6 °С в Санкт-Петербурге и до +14,9 °С в Великих Луках. В этот день из одиннадцати лет циркуляционной эпохи форма циркуляции «W» преобладала в 18 % случаев, «С» – в 9 % случаев, а «Е» – в 73 % случаев. Погода в Санкт-Петербурге и Великих Луках оказывалась под влиянием радиационного прогрева в центральной части антициклона и адвекции тепла (рис. 4). Синоптическая обстановка характеризовалась антициклоном располагавшимся над Северным и Балтийским морем, восточной частью Скандинавского полуострова, Европейской частью России и Уралом. Над Северной Атлантикой, с центром в районе Исландии располагался обширный циклон. Область положительных аномалий приземной температуры воздуха наблюдалась над западом Европейской Части России и Восточной Европой. Область отрицательных аномалий температуры располагались над Уралом, Средней Азией, Каспийским морем.

15 сентября выделяется календарная особенность в ходе температуры в Архангельске, со 100 % вероятностью осуществления отрицательного знака аномалии -1,8°С. На протяжении всей эпохи 15 сентября температура опускалась до +6,1 °С. В этот день, в одиннадцати годах циркуляционной эпохи формы циркуляция «W» является преобладающей в 45% случаев, «С» – в 27 % случаев, «Е» – в 27 % случаев. Синоптическая обстановка 15 сентября (рис.5) характеризовалась мощным антициклоном с центром над Скандинавским полуостровом и гребнями, вытянувшимися на Испанию и Черное море. Северная Атлантика находилась под влиянием циклонической деятельности. Глубокий циклон располагался над центральным Уралом, обеспечивая в своем тылу заток холодного воздуха на Северо-Западный регион. Очаги положительных аномалий температуры находились в Северной Атлантике, Центральной Европе, Скандинавии и Центральной Сибири. Над Северо-Западным регионом, Европейской частью России и Причерноморьем располагалась обширная зона отрицательных аномалий температуры.

**Циркуляционная эпоха – 1965–1985 гг. (форма циркуляции «Е»)**

В этой эпохе в Северо-Западном регионе было обнаружено минимальное количество КО в ходе температуры воздуха. Так в январе выделяется только одна КО наблюдавшаяся в Архангельске 30 числа с вероятностью осуществления отрицательной аномалии температуры в 71 %. В этот день, в среднем, наблюдалось понижение среднесуточной температуры воздуха до  $-12,7^{\circ}\text{C}$  с отрицательной аномалией  $-2,2^{\circ}\text{C}$ . В среднем за двадцать один год, 30 января в 14 % случаев диагностировалась форма циркуляции «W», также в 14 % случаев форма «C», а «Е» наблюдалась в 72 % случаев. 30 января погоду региона определял арктический антициклон (рис. 6) с центром в районе Новой Земли и гребнем достигающим Черного и Каспийского морей. Северо-Западный регион находился на западной периферии этого антициклона, в котором происходило активное выхолаживание воздуха и формирование области отрицательных аномалий температуры в Скандинавии и на севере Европейской части России. Циклон с центром над Британскими островами приносил теплый воздух Западную Европу и Причерноморский регион. Еще одна циклоническая область располагалась за Уралом над Западной Сибирью.

КО также была нами выделена для 29 сентября в Санкт-Петербурге. В этот день с вероятностью 71 % в Санкт-Петербурге наблюдалась отрицательная аномалия температуры  $-1,4^{\circ}\text{C}$  и температура опускалась до  $+5,2^{\circ}\text{C}$ . 29 сентября на протяжении 21 года форма циркуляции «W» наблюдалась в 9 % случаев, форма «C» в 43% случаев, а форма «Е» в 48% случаев. Погоду региона 29 сентября определял обширный арктический антициклон с центрами в районе архипелага Северная Земля и над Скандинавским полуостровом (рис. 7). Гребень антициклона распространялся на юг Восточной Европы и сливался с гребнем Азорского антициклона. По восточной периферии этого гребня холодный Арктический воздух попадал на Европейскую часть России и формировал отрицательные аномалии температурного режима Северо-Западного региона. Над Британскими островами, Северной Атлантикой и в Прикаспийском районе наблюдалась циклоническая деятельность. Положительные температурные аномалии наблюдались в Западной Европе, Прикаспийском регионе и Западном секторе Арктики.

**Циркуляционная эпоха – 1986–2011 гг.  
(форма циркуляции «W+C»)**

16 января в Санкт-Петербурге, с вероятностью осуществления положительного знака аномалии 80% наблюдалась положительная аномалия температуры воздуха  $+4,8^{\circ}\text{C}$ , а сама температура в этот день поднималась до отметки  $-4,4^{\circ}\text{C}$ . При этом, за двадцать два года данной циркуляционной эпохи 16 января в 50 % случаев преобладала форма циркуляции «W», форма «C» отмечалась в 27 % случаев, а форма «Е» в 23 % случаев. Синоптическая ситуация в этот день (рис. 8) характеризовалась отрогом Азорского антициклона с центром над

Италией распространяющего свое влияние на всю Западную Европу, за исключением Скандинавии и многоцентральной депрессией сформировавшейся на обширном пространстве от Исландии до Таймырского полуострова по широте и от Шпицбергена до Каспийского моря по долготе. Мощный циклонический вихрь выносил теплый воздух Атлантики на север Европы и формировал положительные аномалии температуры на Северо-Западе и Центральном регионе РФ. В зоне теплого воздуха оказался Арктический бассейн и Западная Сибирь.

КО выявленная для 30 сентября характеризуется осуществлением в Вологде положительной аномалии температуры  $+0,8$  °С с вероятностью 70 %. Воздух при этом прогревался до  $+6,4$  °С. В этот день в среднем в 43 % случаев преобладала форма циркуляция «W», форма «C» наблюдалась в 29 % случаев, а форма «E» в 29 % случаев. Синоптическая обстановка (рис. 9) характеризовалась антициклоном над Баренцевым морем и циклонами в районе Исландии, Новой Земли и Северном Причерноморье. Еще один центр антициклона находился на юге Западной Сибири. Положительные аномалии температуры занимали практически весь первый синоптический сектор, а крупная область отрицательных аномалий располагалась в Западной Сибири. Вынос тепла в Северо-Западный регион осуществлялся циклоном с центром, расположенным в Центральном регионе России.

## **Выводы**

Полученные в исследовании выводы можно сформулировать следующим образом.

I. Поля приземной температуры воздуха и давления Северного полушария для разных циркуляционных эпох значительно отличаются друг от друга, а следовательно, и формирование климатических особенностей в ходе температуры происходит под влиянием различных циркуляционных механизмов. Таким образом, климатические особенности, полученные в одной циркуляционной эпохе, нельзя автоматически переносить на другую эпоху. Для прогностических целей следует выявлять климатические особенности для каждой эпохи циркуляции в отдельности.

II. Климатические особенности в ходе температуры не наблюдаются изолированно на какой-либо одной метеорологической станции, а характерны для всего физико-географического района вследствие того, что они формируются крупномасштабными макроциркуляционными процессами охватывающими все Северное полушарие.

III. Повторяемость отдельных климатических особенностей может достигать 70 % и выше, что говорит о закономерностях их формирования. Выявление закономерностей макроциркуляционных процессов, которые приводят к формированию климатических особенностей в ходе температуры является задачей следующего исследования.

IV. Каждая выявленная климатическая особенность в ходе температуры формируется в результате определенных, описанных выше синоптических процессов, что дает возможность заранее предсказать ее формирование.

V. Те или иные формы циркуляции, преобладающие в каждой из выявленных климатических особенностей позволяют использовать выявленные закономерности для детализации прогноза температуры на месяц, разрабатываемого по макроциркуляционному методу. При этом каждая календарная особенность месяца может служить реперной точкой, с которой можно согласовывать прогноз хода температуры внутри месяца.

VI. Повторяемость климатических особенностей максимальна в январе и минимальна в мае.

VII. Список климатических особенностей в ходе приземной температуры воздуха, представленный в настоящей работе, можно использовать в оперативной практике прогноза погоды на месяц и сезон с учетом вероятности их осуществления, которая может быть выражена через вероятность их осуществления в данной циркуляционной эпохе.

### ***Литература***

1. *Байдал М.Х.* Комплексный макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометеоздат, 1961. – 211 с.
2. *Вангенгейм Г.Я.* Основы макроциркуляционного метода долгосрочных метеорологических прогнозов для Арктики. – Л.: Гидрометеоздат, 1952. – 314 с.
3. *Гирс А.А.* Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 488 с.
4. *Савичев А.И., Цепелев В.Ю.* Прогноз погоды на месяц по методу типовых макропроцессов // Уч. зап. РРГМУ, 2008, № 8, с. 62-81
5. *Хромов С.П., Мамонтова Л.И.* Метеорологический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1974.
6. *Kistler R.* The NCEP/NCAR reanalysis prior to 1958., Second WCRP international conference on reanalysis. 2000. WCRP-109, WMO/TD. N. 985. P. 27-37.