

**Долговременные вариации изменчивости циркуляции
атмосферы по типизации Дзердзеевского и данным архива
NCEP/NCAR Reanalysis**

Мордвинов В. И. (v_mordv@mail.iszf.irk.ru)
Институт солнечно-земной физики СО РАН,
Россия, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126-а, а/я 291

**Long-term variations of atmospheric circulation variability
according to the NCEP / NCAR Reanalysis data and
Dzerdzevski classification**

Mordvinov V.I.
Russia, 664033, Irkutsk p/o box 291; Lermontov st., 126a

Key words: atmospheric circulation, variability, long-term variations, Dzerdzevskii

Abstract

The calculations showed that the Dzerdzevski classification is a special unique tool for analyzing long-term changes in the general circulation of the atmosphere. According to this classification in recent decades (1985–2015) it has increased the instability of atmospheric circulation at high amplitudes of interannual and quasi-decadal variations. Calculations of simple statistical characteristics of meteorological variability according to NCEP/NCAR reanalysis are not possible to reproduce the characteristics of variability obtained by the Dzerdzevski classification

Изменчивость общей циркуляции атмосферы (ОЦА) в диапазоне от 10 суток до 1-2 месяцев представляет собой наименее изученную компоненту атмосферных колебаний. Методы исследований этой изменчивости плохо сопоставимы между собой и не всегда достаточно обоснованы. Например, разложение на естественные ортогональные функции (ЕОФ) в литературе по статистике рассматривается как метод «сжатия информации», а не как метод анализа. Предположение ортогональности базовых функций столь же мало соответствует действительности, как и условие некоррелированности амплитуд этих функций.

Трудно соотнести с реальностью и метод нормальных мод – метод анализа собственных колебаний уравнений гидротермодинамики,

линеаризованных относительно «среднего потока». Кроме сомнительной гипотезы существования «среднего потока», метод нормальных мод избыточен – неясно, какие моды сопоставлять с реальными колебаниями.

В отличие от формализованных методов анализа, принципы, на которых строятся типизации циркуляционных процессов, следуют из опыта синоптического анализа. Этот опыт показал, что атмосферные процессы в разных регионах не являются независимыми, а представляют собой части «целостного макропроцесса...». Это предположение, положенное в основу типизации Дзердзеевского [1], полностью противоречит условиям метода ЕОФ. Статистика повторяемости элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) Дзердзеевского предоставляет уникальную информацию о долговременных изменениях ОЦА.

Задачи исследования:

- 1) Используя типизацию Дзердзеевского, оценить долговременные изменения устойчивости ОЦА Северного полушария в зимний период.
- 2) Рассчитать характеристики устойчивости ОЦА по данным NCEP/NCAR Reanalysis [2] и сопоставить с характеристиками ЭЦМ Дзердзеевского.

Метод анализа

Для анализа использовались следующие характеристики устойчивости ОЦА: Типизация Дзердзеевского:

- а) полное количество смен ЭЦМ за зимние месяцы – декабрь, январь, февраль,
- б) количество смен региональных форм циркуляции в Атлантике, Европе, Сибири, Дальнем Востоке, Тихом океане, Северной Америке.

Архив NCEP/NCAR Reanalysis:

- а) средняя для полушария дисперсия вариаций метеорологических величин (приземной температуры и давления; распределений высоты, температуры и меридиональной скорости на уровне 500 гПа).
- б) средняя величина автокорреляционных функций (АКФ) метеорологических величин при фиксированных сдвигах во времени.

АКФ характеризуют связность вариаций величин во времени. Чем выше значения АКФ, тем больше продолжительность вариаций и меньше смен ЭЦМ.

АКФ рассчитывались в узлах сетки от 15 до 87.5° с.ш. для зимних месяцев с 1950 по 2011 год. Временные ряды величин предварительно обрабатывались – с помощью скользящего усреднения выделялись вариации до 7 суток и больше 7 суток. На графики наносились дисперсии и значения АКФ для сдвига 10 суток в низкочастотном диапазоне. Графики дисперсий и значений АКФ сопоставлялись с изменениями количества смен форм циркуляции Дзердзеевского.

Результаты

На рис.1 приведены графики изменений со временем количества смен ЭЦМ и региональных форм циркуляции. Выделяются следующие периоды:

1900-1940гг.- уменьшение количества смен ЭЦМ (рост устойчивости ОЦА),

1940-1970гг. – возрастание неустойчивости ОЦА

1970-1985гг. – уменьшение количества смен ЭЦМ при одновременном увеличении амплитуды межгодовых и квазидекадных вариаций

1985-2015гг. – рост неустойчивости циркуляции атмосферы, амплитуда межгодовых и квазидекадных вариаций высокая.

Близость графиков изменений суммарного количества смен ЭЦМ для всего Северного полушария и для отдельных регионов подтверждает основной тезис Дзердзеевского – региональные атмосферные процессы представляют собой части «целостного макропроцесса».

Сопоставления характеристик устойчивости ОЦА по Дзердзеевскому и по данным NCEP/NCAR Reanalysis дали отрицательный результат. Вариации характеристик NCEP/NCAR Reanalysis, усредненные для Северного полушария, не соответствовали вариациям устойчивости ОЦА по типизации Дзердзеевского.

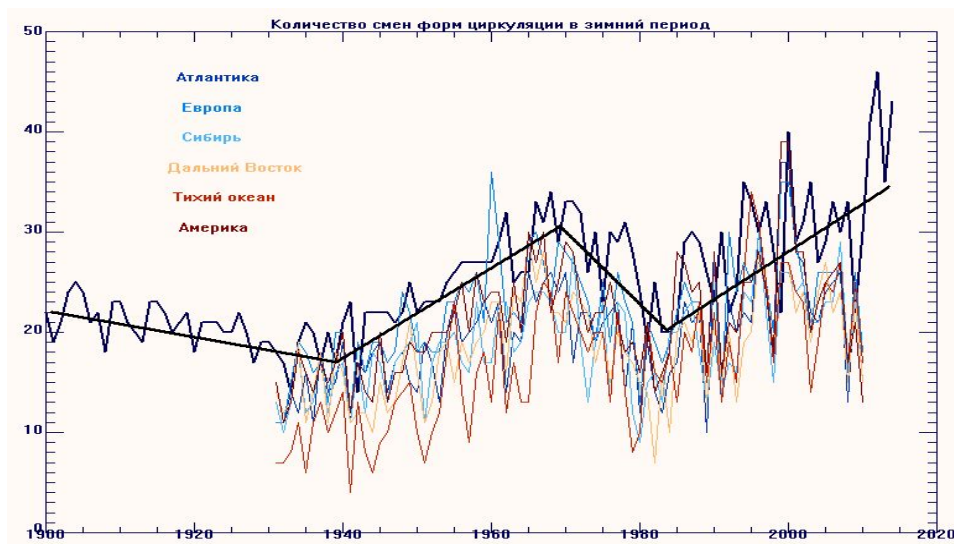


Рис.1. Изменение со временем количества смен ЭЦМ Северного полушария (толстая линия) и региональных форм циркуляции (тонкие линии) в зимний период по типизации Дзердзеевского.

Для иллюстрации на рис.2 приведены расчеты для полей приземной температуры. Графики дисперсии и АКФ в отн. единицах смещены по вертикали.

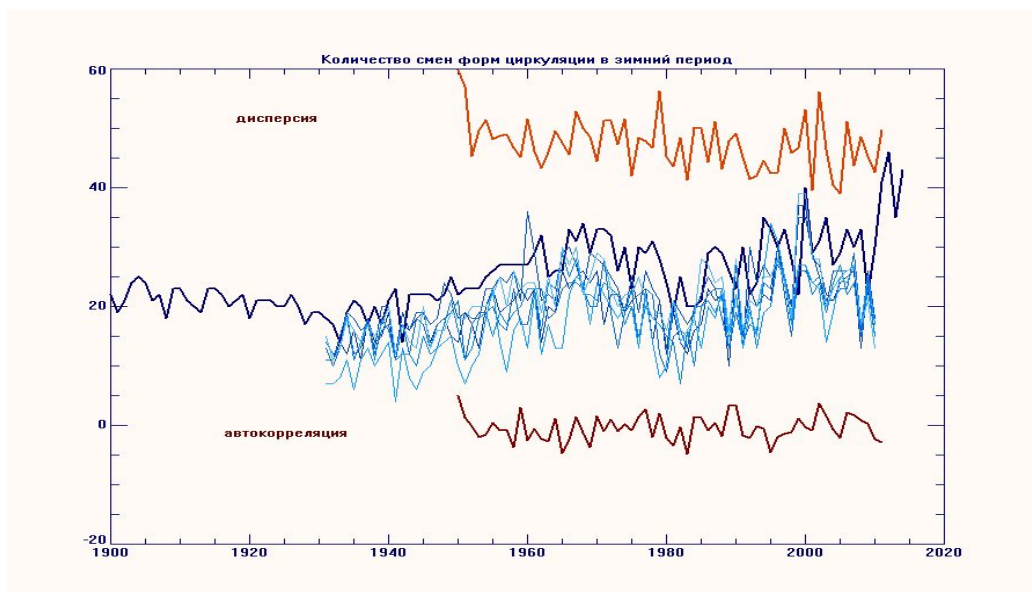


Рис.2 Долговременные изменения устойчивости атмосферы по типизации Дзерdzeевского (графики в центре рисунка), дисперсия (верхний график) и АКФ вариаций приземной температуры (нижний график) зимой Северного полушария.

Затем была проверена гипотеза, не может ли быть выделен регион, в котором изменения АКФ повторяют изменения устойчивости циркуляции по типизации Дзерdzeевского. Для этого со сдвигом от -5 до +4 лет рассчитывались коэффициенты корреляции между изменениями количества смен ЭЦМ и вариациями АКФ различных метеорологических величин в узлах сетки. Оказалось, что распределения коэффициентов корреляции при всех сдвигах не имели крупномасштабной составляющей и не различались в Северном и Южном полушариях, что указывает на отсутствие регулярной связи между характеристиками устойчивости циркуляции по различным данным.

Так как изменения ЭЦМ имеют большой пространственный масштаб, мы предприняли попытку предварительной фильтрации полей с помощью разложения по сферическим гармоникам. Для отфильтрованных полей рассчитывались усредненные дисперсии и АКФ вариаций метеорологических величин. На рис.3 для примера сопоставлены графики изменения количества смен ЭЦМ и дисперсии вариаций приземной температуры по сглаженным полям (в отн. единицах)

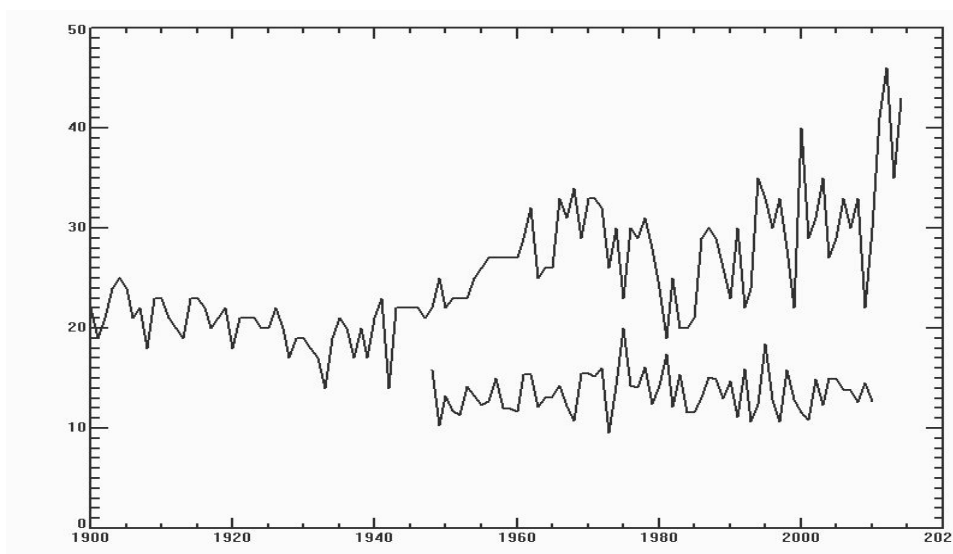


Рис.3. Изменения со временем количества смен ЭЦМ в зимний период (верхний график) и дисперсии вариаций приземной температуры в Северном полушарии (нижний график) по сглаженным распределениям приземной температуры.

Видно, что графики качественно не отличаются от графиков, построенных по необработанным данным. Расчеты, выполненные по сглаженным полям приземного давления и H500, привели к аналогичному отрицательному результату.

Проведенные расчеты показали, что типизация Дзердзеевского представляет собой уникальный инструмент анализа долговременных изменений ОЦА. Расчеты характеристик изменчивости ОЦА по данным реанализа пока не позволяют воспроизвести характеристики, полученные с помощью типизации Дзердзеевского.

Работа выполнена в рамках гранта № НШ-6894.2016.5 Президента РФ государственной поддержки ведущих научных школ РФ.

Литература

1. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. / М.: Наука, 1975, 285 с.
2. Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R., Collins W., Deaven D., Gandin L., Iredell M., Saha S., White G., Wollen J., Zhu Y., Chelliah M., Ebisuzaki W., Higgins W., Janowiak J., Mo K.C., Ropelewski C., Wang J., Leetma A., Reynolds R., Jenne R., Joseph D. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project / Bull. Amer. Meteor. Soc., 1996, Vol.77, P.437-471.