

СТРАТОСФЕРНЫЕ ОЗОНОВЫЕ АНОМАЛИИ КАК ФАКТОР АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПОГОДЫ

Шлендер Т.В., Красовский А.Н., Светашев А.Г.

Национальный научный исследовательский
центр

мониторинга озоносферы БГУ, Минск

Email: timajaya@mail.ru

Еще в начале 1970-х годов А.Х. Хргиан обращал внимание на то, что «...вызываемое озоном нагревание очень значительно и в большой степени определяет температурное поле стратосферы...Возможно, озон является главным фактором циркуляции...» (Хргиан.1973). Предположение о значительном влиянии озона на циркуляционные процессы представлено в работе Васильева, Вильфанда (2010).

Здесь мы попытались показать связь озонового слоя с планетарной циркуляцией атмосферы.

В разных работах отрицательные отклонения от нормы еще называют «мини-дырами» и за последние десятилетия они изучались достаточно подробно. Положительные - еще не были детально исследованы ранее.

На основе накопленных исследований и фактических данных, была выдвинута гипотеза о динамическом факторе образования озона: значительным по величине озоновым аномалиям соответствует определенная стратификация атмосферы; отрицательные и положительные аномалии характеризуются противоположной дипольной структурой, благодаря присутствию независимых циркуляционных процессов в тропосфере и стратосфере.

Т.о. целью данной работы стало изучение динамики озоновых аномалий и их связи с общей циркуляцией атмосферы.

Задачи работы:

- качественно и количественно оценить роль в общей циркуляции атмосферы озоновых аномалий, их природу образования и динамики.

- при помощи негидростатической численной модели WRF ARW проанализировать расчетными методами наличие стратосферно-тропосферных связей на примере нескольких случаев.

В ходе исследования использовались расчетные карты WRF приземной и барической топографии, вертикальные разрезы до 30км. Исходными данными для модели послужили данные реанализа GFS, для карт стратосферного озона – данные TOMS, для карт тропопаузы и

скоростей ветра на высоте в 30 гПа - данные реанализа NOAA, для карт приземной барической орфографии и карт 850гПа – данные реанализа GFS. Данные карт брались за период с 2009 по 2014 года в осенне-зимне-весенний период, когда отклонения стратосферного озона являются наиболее яркими и наблюдаются чаще.

В результате модельного расчета и анализа карт были получены следующие результаты:

1.Повышенные значения ОСО наблюдаются в тылу циклона и передней части антициклона (рис.2), подтверждая гипотезы прошлых исследований в этой области (Рид, Добсон);

2.На уровнях в 50 и 15 гПа проекции аномалий находятся в переходных зонах между теплым и холодным воздухом (рис.2);

3.Аномалии, идя друг за другом, являются составными частями длинных волн атмосферы.

4.Проявляются прогибы изогипс в виде «языков» на уровнях 500, 300 и 100 гПа в сторону перемещения аномалии, которые определяют движение барических образований на приземном уровне.

6. Озоновые максимумы наблюдаются в зонах повышенных скоростей ветра и противоположной стороне центра минимума полярного вихря на высоте в 30 гПа, а озоновые минимумы – в зоне пониженного давления на высоте в 30 гПа (рис.2).

8. Круговые остаточные зоны геопотенциалов на уровне 500гПа связаны с пучностями озона, задержка изменения геопотенциалов происходит где-то в полсутки.

9. Траектория изогипсы в 550-552 гПа является схожей с изотермой 0° на уровне 850 гПа.

10.Зоны с высокими температурами и низким геопотенциалом на уровне тропопаузы соответствуют положительным отклонениям озона в стратосфере и наоборот соответственно.

Таким образом, наша гипотеза о дипольном состоянии атмосферы в большинстве случаев подтверждается данными реанализа. Была произведена попытка проиллюстрировать поэтапное влияние циркуляции стратосферы на циркуляцию тропосферы.

Определенным значениям общего содержания озона (ОСО) соответствуют характерные особенности атмосферной циркуляции и распределения метеорологических величин Северного полушария. Периодическое перераспределение давления на высоте в 30 гПа, т.е. перемещения полярного вихря Северного полушария приводит к избытку ОСО в одном

месте и дефициту в другом (А, рис.1). Это создает движение тепла и циркуляцию воздуха в стратосфере (В, рис.1). Повышенные значения ОСО и их перемещение формируют повышенное давление выше тропопаузы и пониженное давление ниже тропопаузы, вплоть до приземного уровня и наоборот, соответственно (С, рис.1).

Этот процесс, скорее всего, имеет задержку в половину суток или сутки и из-за малой детальности карт и данных реанализа этот промежуток времени трудно выявить.

Скорее всего, нужно использовать данные отдельных озонметрических станций для рассматриваемых случаев. Но даже по наглядным картам реанализа видно, что присутствует связь между озоном и циркуляцией в нижней тропосфере. Не исключено, что существует иная причина образования избытка и дефицита озона – тропосферные адвекции воздуха, влияющего на нижнюю стратосферу. Наблюдались случаи, когда гипотеза не подтверждалась.

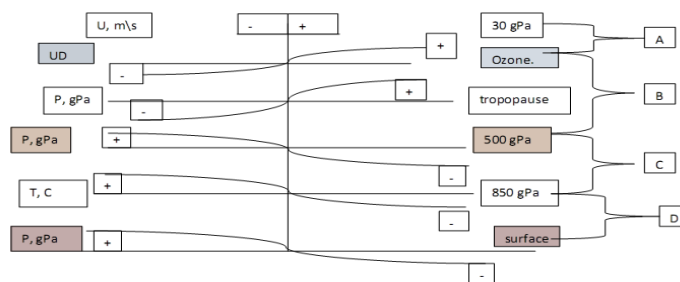
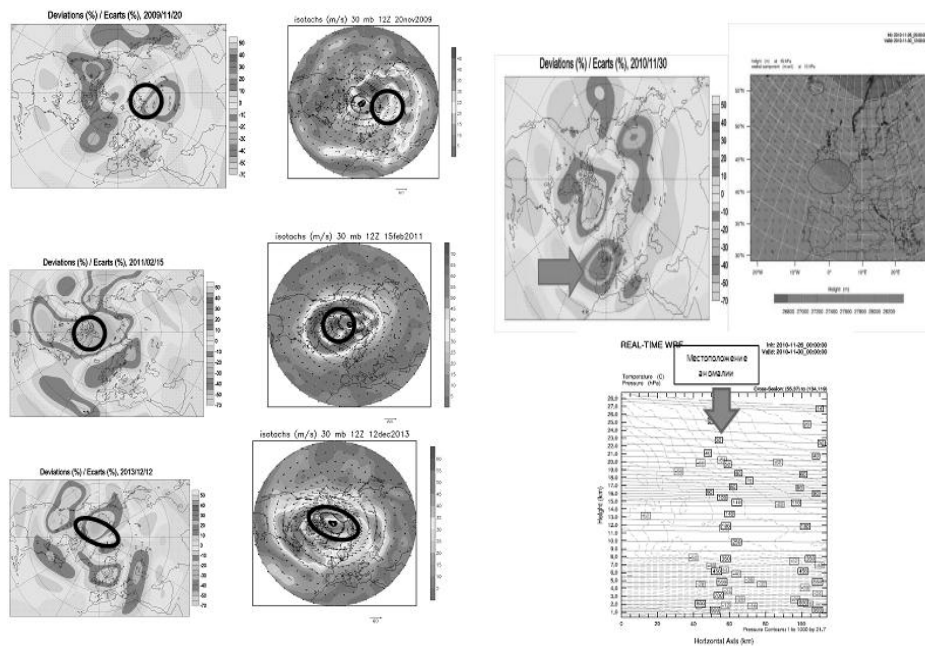


Рисунок 1. – Схема отражающая взаимодействия озона с циркуляцией атмосферы: +,- - повышенные и пониженные значения метеорологической величины, U, m/s – скорость ветра в м/с; UD – единицы Добсона; P, gPa – давление в гПа; T, C – температура в С°;



А

Б

Рисунок 2. – Распределение озоновых аномалий и карты скорости ветра в 30гПа (А), расчетные карты WRF – поверхность 15 гПа и вертикальный разрез атмосферы до 10 гПа, положительная аномалия над Бискайским заливом 30.11.10г (Б).

Список использованных источников

1. Добсон Г.М., Брюер А.В., Квайлонг Б.М. Метеорология нижних слоев атмосферы/ Успехи физических наук, т.31, вып.1, 1947г.
2. Шаламянский А.М. Концепция взаимодействия атмосферного озона и воздушных масс Северного полушария, Труды ГГО, вып.568, 2013г.
3. Хргиян А.Х. Физика атмосферного озона, Гидрометеиздат, Ленинград, 149стр., 1973г.
4. James, P.M. (1998) A climatology of ozone mini-hole over the northern hemisphere, Int. J. Climatology 18:1287-1303.
5. Koch, G., Wernli, H., Schwierz, C., Staehelin, J., Peter, T. (2005), A composite study on the structure and formation of ozone mini-holes and mini-highs over central Europe, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.32.