

## ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ТОЛЩИНЫ ОЗОНОВОГО СЛОЯ ОТ НОРМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛЯ ГЕОПОТЕНЦИАЛА В СРЕДНЕЙ ТРОПОСФЕРЕ

Мартышкин А.Б.<sup>1</sup>, Муртазалиев А.Н.<sup>1</sup>, Чуб Р.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, Воронеж, Россия, martsash@mail.ru

**Аннотация.** Проведен анализ районов и условий формирования «озоновых дыр», их пространственно-временного распределения, а также особенностей их локализации в зависимости от поля геопотенциала в средней тропосфере.

Ключевые слова: Озоновый слой, поле геопотенциала.

Жизнь на Земле немыслима без озонового слоя, предохраняющего все живое от вредного ультрафиолетового излучения Солнца. Исчезновение озоносферы привело бы к непредсказуемым последствиям – вспышке рака кожи, уничтожению планктона в океане, мутациям растительного и животного мира. Поэтому так важно выяснить районы формирования и причины возникновения «озоновых дыр» в Северном полушарии, так как в отличие от Антарктиды, население Земли в основном проживает на материках Северного полушария Земли.

Совокупность проблем с учетом факторов, определяющих естественную изменчивость озона, пробудила авторов провести исследования районов и условий формирования «озоновых дыр», их пространственно-временного распределения, а также особенностей их локализации в зависимости от атмосферной циркуляции в средней тропосфере в северном полушарии Земли.

В качестве исходных использовались данные состояния озонового слоя Всемирного центра данных по озоновому слою и ультрафиолетовому излучению (WOUDC), которые включали в себя карты толщины озонового слоя, измеряемой в единицах Добсона (DU), отклонения данной величины от нормы, а также, данные о циркуляции в средней тропосфере в виде карт абсолютного геопотенциала AT-500 за период 2006-10 г.г.

Хотя о механизмах переноса озона еще идут большие дискуссии, установлено, что существует общий его меридиональный перенос, на который налагаются переносы меньшего масштаба и длительности, например, в подвижных вихрях, длинных волнах и у фронтов, в общем зональном потоке общей циркуляции. Происходит и перенос озона меньших масштабов, например, вблизи кучево-дождевых облаков. При нисходящем движении воздуха в стратосфере озон переносится в слои, где он более консервативен, накапливается там и его общее количество увеличивается. Этот принцип поясняет связь между вертикальными движениями, в том числе и в тропосфере, и распределением озона. Простейшую его иллюстрацию дает постоянство общего содержания озона в пределах однородно-движущихся тропосферных воздушных масс, открытое впервые А.М. Шаламянским и Г.Ф. Ивановой по данным горизонтальных самолетных зондирований озона. На расстоянии 1000–2000 км в пределах таких масс содержание озона меняется не более чем на 6 % [1].

Различия озона заметны близ атмосферных фронтов, разделяющих две воздушные массы. За холодным фронтом общее содержание озона повышается в среднем на 28 DU, а перед теплым фронтом уменьшается на 21 DU.

Наиболее ярко влияние бароклинности на поле озона проявляется в струйных течениях. Впервые их влияние на общее содержание озона обнаружил Г. П. Гушин, кото-

рый показал, что по левую сторону от оси струйного течения (СТ)  $X$  больше, чем по правую (в северном полушарии) и что существует большой горизонтальный градиент  $X$ , направленный поперек оси СТ. Наблюдения над Кавказом и Западной Европой показали, что различие  $X$  по обе стороны СТ в среднем равно  $\Delta X = 37$  DU и возрастает с увеличением скорости струи [1].

Наблюдения за озоном со спутника обнаружили, что слева от оси СТ обычно вытягивается узкая зона повышенных значений  $X$ , а справа – полоса пониженных  $X$ . Одно «барьерное действие» СТ не может создать узких областей больших и малых  $X$ . Эти зоны доказывают существование циркуляции – восходящих движений справа и нисходящих слева от СТ. Такие же полосы отчетливо наблюдались на картах распределения общего содержания озона, полученных с помощью спутников. Эти выводы подтвердили Н. Ф. Еланский и Ю. Л. Трутце при самолетных наблюдениях озона над Средней Азией с помощью спектрофотометра высокого разрешения. В одном из случаев полета полоса повышенного содержания озона (до 440 DU) была параллельна СТ, имела ширину около 100–150 км и отстояла на 300 км от оси струи, имевшей скорость более 60 м/с. В этой полосе впервые было обнаружено и повышенное общее содержание двуокиси азота. Фигейра, используя для изучения роли СТ данные озонозондирования над Лиссабоном, показал, что  $X$  увеличено слева от СТ, а слой максимального рз опущен, так же как и тропопауза [1].

Лишь тщательные и регулярные наблюдения за содержанием озона, а как следствие этого, выявление районов формирования максимума и минимума концентраций озона в атмосфере помогут выяснить, условия, приводящие к резкому уменьшению содержания озона в озоновом слое, образованию «озоновых дыр».

Авторами проведены исследования пространственно-временного распределения «озоновых дыр», их интенсивности, анализ взаимосвязи с полем геопотенциала на уровне 5,5 км.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Анализ годового хода содержания озона в «озоновых дырах» показывает максимум количества озона – весной, в начале лета; минимум – осенью, особенно в октябре. Т.е. осенью «озоновые дыры» более опасны, так как содержание озона в её зоне минимально.

2. Наиболее благоприятные районы формирования «озоновых дыр» – Гренландия и Исландия; Арктика и Северная Америка.

3. Формирование областей с отклонением количества озона от нормы тесно согласуется с формированием областей высокого и низкого геопотенциала на высоте 5,5 км.

4. Областям высокого геопотенциала (высоким антициклонам) в 87% случаев соответствуют замкнутые очаги отрицательных отклонений от нормы округлой формы, причем такие образования наименее подвижны, и могут наблюдаться над одной и той же территорией несколько суток.

5. Зона отрицательных отклонений очерчивается, как правило, последней замкнутой изогипсой антициклона на карте АТ-500.

6. Зонам дефицита озона вытянутой формы, как правило, соответствуют барические гребни (без замкнутых изогипс), причем такая форма озоновой дыры говорит о ее подвижности.

7. Градиент геопотенциала в области антициклона согласуется с градиентом отклонения от нормы в районе озоновой дыры, то есть, чем мощнее антициклон, тем сильнее выражена «озоновая дыра».

8. Аналогичные выводы справедливы и для циклонов. С учетом того, что над ними формируются зоны с положительным отклонением толщины озонового слоя от нормы.

9. Таким образом, на основе анализа поля геопотенциала в средней тропосфере можно делать достоверные выводы о распределении отклонений толщины озонового слоя от нормы. То есть, мощным высоким антициклонам, наблюдаемым в тропосфере в 87% случаев соответствуют зоны с сильным отклонением от нормы толщины озонового слоя.

#### **Литература**

1. Александров Э.Л. Озонный щит Земли и его изменения. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 288с.

### **FEATURES OF THE LOCALIZATION OF EXTREME DEVIATIONS OF THE OZONE LAYER THICKNESS FROM THE NORM DEPENDING ON THE FIELD OF GEOPOTENTIAL IN THE MIDDLE TROPOSPHERE**

**Martyashkin A.B.<sup>1</sup>, Murtazaliev A.N.<sup>1</sup>, Chub R.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russia, martsash@mail.ru*

**Abstract.** The analysis of areas and conditions for the formation of "ozone holes", their spatial and temporal distribution, as well as the characteristics of their localization depending on the field of geopotential in the middle troposphere.

Key words: Ozone layer, geopotential field.