



Original Contribution

ДИНАМИКА ТРОПОПАУЗЫ И АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Ангел П. Манев

6000 Стара Загора, ул. Княз Борис 43 А, e-mail : amanev@abv.bg

TROPOPAUSE DYNAMICS and TEMPERATURE ANOMALIES On the BLACK SEA SURFACE

Angel P. Manev

***Abstract:** The suggested research analyzes the tropopause dynamics during the short-term temperature anomalies on the Black Sea surface for a period of 11 years. Satellite data for the condition of the tropopause and the temperature fields on the sea surface are used as a basis from several satellite systems. Tropopause uplifting is registered almost always before the onset of anomalous surface heating process. Issues are discussed for the generation of the temperature anomalies and their connection with the atmospheric processes*

***keywords:** tropopause, temperature, satellite, Black Sea, surface*

Динамические процессы в атмосфере, непосредственно влияют на физическое состояние поверхности морей и океанов. Исследование явлений на поверхности моря, являются неполными и неточными, если не анализировать атмосферу над уровнем моря, в верхней тропосфере и нижней стратосфере. Целью данного исследования было выявление связи между динамикой тропопаузы и краткосрочные (до 10 дней), температурные аномалии поверхности Черного моря в период с 1989 по 1999 годы. Для анализа используя следующие данные: спутниковые наблюдения Земли и атмосферы инфракрасного радио-

метром AVHRR, установлены на спутниках NOAA [1], данные о состоянии тропопаузы из Национального центра климатических данных из NOAA [2] и синоптические карты из Национального центра экологического прогнозирования по [3].

По данным кинетических процессов, происходящих в атмосфере и распределение температуры по высоте была сформирована слоистую структуру атмосферы на рисунке 1. Самый нижний слой атмосферы это тропосфера, она простирается от поверхности Земли до 9-17 km. В этом слое температура падает с высотой 0.660/100m например. В некоторых случаях распределение вертикальной температура колеб-

летя в широких пределах. Следующий слой - стратосфера достигает 50-55 km. На его дне температура около -45°C , -75°C (в зависимости от широты и времени года) и увеличился по высоте до 20° . Причиной изменения погоды являются сложные процессы, которые происходят особенно в тропосфере. Здесь 4/5 от общей массы атмосферного воздуха .. В тропосфере содержится почти весь водяной пар и образуется здесь большинство из облаков. Здесь сильно проявляются и турбулентное движение воздуха, особенно вблизи поверхности земли, и так называемые струйные течения в ее верхней части. Сформированные воздушные массы с своими свойствами и динамикой взаимодействия между собой и с землей определяется погодой.

Тропопауза это граница между двумя нижними слоями атмосферы - тропосфере и стратосфере. Здесь происходят наиболее важные изменения в тепловых, динамических и химических характеристиках воздушной оболочки Земли. Толщина тропопауз от нескольких сотен метров до 2 - 3 km. Там, градиент температуры уменьшается, и часто возникают инверсии температуры. Высота тропопаузы обычно считается верхней тропосфере. Тропопаузы выступают в качестве сдерживающего фактора слоев атмосферных процессов в высоту: под нее накапливаются аэрозолей, дымовые шашки, образуются высокие облака, она ограничивает рост обла-

ков в высотой. Внутри в тропопаузы наблюдаются большие вертикальные градиенты ветра, которые приводят к сотрясание самолета.

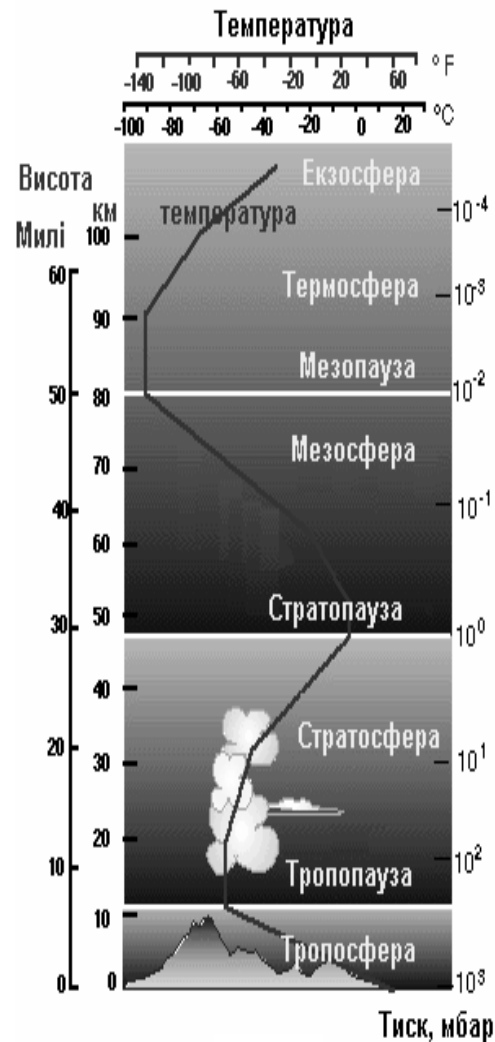


Рис.1

Недалеко от тропопаузы находится и уровень с самой высокой скоростью ветра. В слой тропопаузы, как правило, наблюдается и минимальная температура воздуха. Среднегодовая тропопаузы распространяется на полюсах на высоту около 9 km а над умеренными широтами до 10-12 km , над экватором до 15-17 km. Тропопауза летом поднимается а зимой опускается к по-

верхности. Непериодических колебаний высоты тропопаузы связанные с прохождением различных тропосферных барических систем - деятельность циклонов и антициклонов. Обыкновенно тропопауза выше циклона опускается и поднимается выше антициклон [4]. Наличие мощных струйных течений влияют на динамики тропопаузы.

Воздушные массы в тропосфере очень подвижны в течение нескольких дней в связи с глубокой конвекции может изменить свое горизонтальное положение и высоту. Кроме того, с увеличением высоты их температура понижается. Иногда тропосферы воздушные массы поднимаются в стратосферу около экватора, пересекают уровень тропопаузы, где ветры перемещают их на большие расстояния в горизонтальном направлении.

Высота тропопаузы зависит от погодных условий в тропосфере и инфракрасное излучение стратосферы. Или, другими словами изменения температуры в тропосфере и нижней стратосфере. Повышение температуры в тропосфере и ее понижение в стратосфере должно привести к увеличению высоты тропопаузы. В обоих случаях изменение 10°C ведут к подъему тропопаузы, скажем на 160m. Снижение общего содержания озона в стратосфере в результате чего она охлаждается, тоже ведет к подниманию тропопаузы. В отличие от этого сульфатные аэрозоли требуют ох-

лаживать тропосферы и снижать тропопаузы соответственно. Есть и другие природные и антропогенные факторы, влияющие на высоте тропопаузы [5], [6].

В настоящем исследовании использованы данные из нескольких спутниковых систем дистанционного зондирования Земли. На первом этапе анализируется температура карты всей поверхности воды Земли получены от инфракрасного радиометра AVHRR. Этот радиометр работает на спутников NOAA [1]. Данные для температур поверхности, получаются применением многоканальных спектральными методами. Карты построены с пространственной точностью 9×9 km. После дальнейшей обработки для восстановления температурных полей, точность контактной температур достигает порядка 0.5°C . Данные состояния тропосферы, которые используются взяты из центра климатических данных NOAA [3]. Из этого центра можно получить ежедневно цифровые данные с пространственным разрешением $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ (географические градуса). Кроме того, Центр предоставляет возможность детализировать пространство ниже спутника.

Вышеуказанные размышления о тропопаузы показывают, что ее динамика может быть использована в качестве индикатора процессов, которые развиваются под нее и на поверхность моря. Черное море является очень удобным полигоном для модели взаимодействия атмосферы с морем. Море закрыто, и никаких крупных водотоков, которые

несут водных масс из отдаленных районов, где погодные условия изменяются сильно. От бассейн моря не истекают крупные водные потоки и он достаточно большой, чтобы четко наблюдать сезонные изменения гидрологических параметров. На рисунке 2 показан годовой ход температуры по всей поверхности моря в исследуемые года 1990-1999. Сплошная черная линия представляет среднесуточную температуру в течение девяти лет без тестовой год. На графике тестовой год показан тонкой линией. На первый взгляд, сильно выражается сезонный суточный ход температуры за счет широтного положения на море. На фоне годовых и сезонных колебаний температуры поверхности Черного моря проявляются и короткие, резкие колебания температуры. Они представляют особый интерес из-за их связи с резкими перепадами в атмосфере и физических условиях солнечно-земной системы.

Для целей исследования были выбраны пять характеристических зон поверхности Черного моря которые показаны на рисунке 3. Размер каждой области есть 117x117 km. Определение индивидуальных особенностей каждой аномалии температуры осуществляется интерактивно оператором.

Формулировка "короткие аномалия» очень расплывчатое понятие, если не анализировать распределение аномалий на основе "длительность" в днях. Анализ

продолжительности аномалии в пяти зонах показал, что аномалии длинее 11-15 дней редки. Аномалии больше 10 дней не анализируются, поскольку и предполагается, что такие изменения бывают вызванные

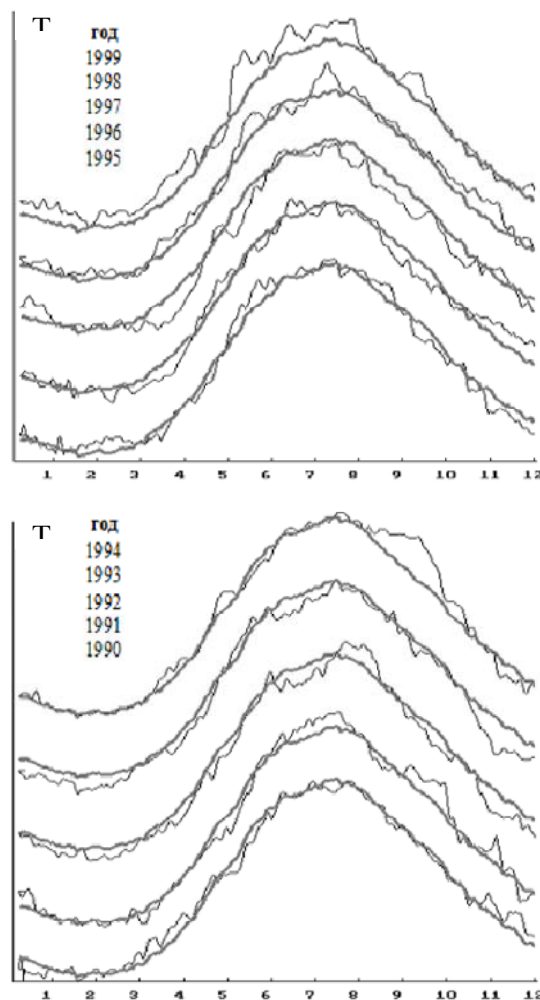


Рис.2

климатом а не вызванные специальными солнечными или геофизическими факторами.

Были выявлены 44 аномалии, которые происходят и в пяти областях. Характер поведения динамики температуры в течение пяти зон был одинаковый и аномалии беспорядочные. Аномалии с продолжительности до 10 дней в течение десяти

ти лет были зарегистрированы 44 аномалии в основном в конце весны, летом и осенью.

Средняя продолжительность этих аномалии составила 7,6 дней в диапазон аномалии от 4 до 10 дней. Среднее значение максимумов 1.386°C а статистическая ошибка составляет 0.163°C . Это свидетельствует о надежности зарегистрированных аномалий.

Чтобы согласовать данные наблюдений температурных полей с данными для состояния тропосферы, мы выбрали площадь от $75 \times 75 \text{ km}$ в середине зоны II на фигуре 3.

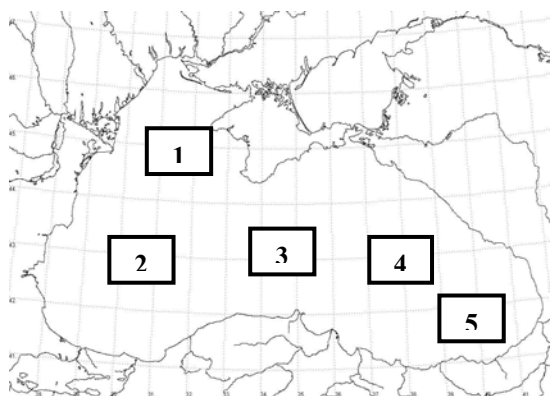


Рис.3

Эта зона находится достаточно далеко от берега и влияние засухи можно пренебречь. Грузовые воды в Черном море также далеки и не влияют на температуру поверхности. В данном исследовании мы анализировали только те аномалии при которых температуры резко возрастает. Краткосрочные аномалии в конце осени, зимой и ранней весной не анализируются по разным причинам препятствующие их идентифика-

ции - плотные облака, внезапные негативные изменения в атмосфере в связи с погодными и другими фронтами.

Следующий этап исследования включает сравнение ряда суточных температур до и во время температурных аномалий с двух других рядов - температуры и давления тропопаузы. Строгая корреляция не была найдена. Наблюдается особый синхрон между движениями тропопаузы и аномалиями температуры поверхности моря. За день до начала повышения температуры поверхностных вод тропопауза резко поднимается. Это зафиксировано в 39 из 44 температурных аномалий, или 84,5% случаев аномалии. Подъем тропопаузы во всех случаях сопровождается с снижением температуры ее воздуха. Это означает, что рост осуществляется в этой части кривой атмосферной температуры, при которой она не изменила своего знака градиента - нижняя граница озонового слоя рисунке 1. После этого первого дня тропопаузы в большинстве случаев снижается.

На рисунке 4 показана величина изменения градиента давления за день до начала каждой аномалии. На рисунке 5 представлена гистограмма распределения. Среднее значение изменения градиента барического $20,64 \text{ mbr}$, ошибка $2,38 \text{ mbr}$.

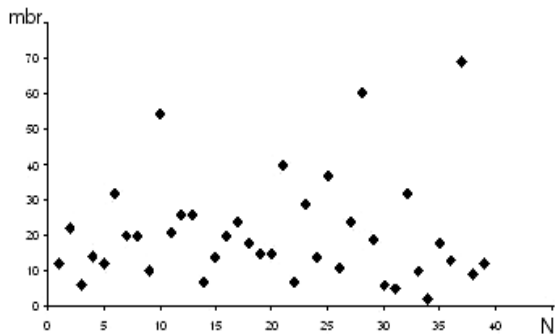


Рис. 4

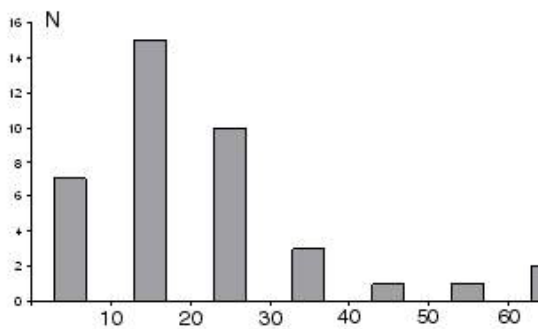


Рис. 5

Скорость, с которой происходит эта конвекция может быть рассчитана по формуле (1), так называемой барометрическая формула высоты. Она дает связь между давлением и температурой воздуха изменения в высоте от уровня z_1 к уровню z_2 .

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = - \frac{g}{RT_m} (z_2 - z_1) \quad (1)$$

Здесь p_1 и p_2 давления воздуха в начальном - z_1 и конечном - z_2 состоянии а T_m средняя температура между двумя состояниями. R - газовая постоянная воздуха и g является ускорение силы тяжести.

Из этой формулы можно найти разницу в высоте между начальным и конечным состоянием тропопаузы. Если p_1 , p_2 , t_1 и t_2 значения интервалом в один день

то $z_2 - z_1$ определяет суточную норму подъема и последующего спуска тропопаузы.

На рис. 6 и рис.7 показывает значение и распределение поднимания высотой в метрах для каждой аномалии. Средняя высота 179 м с погрешностью 23 метров.

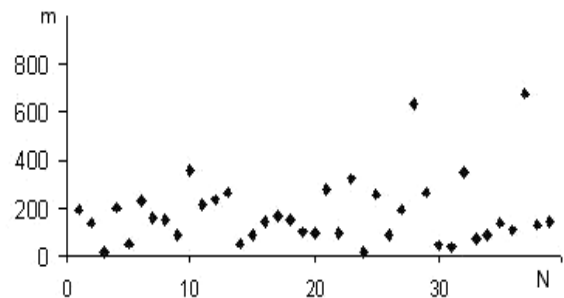


Рис. 6

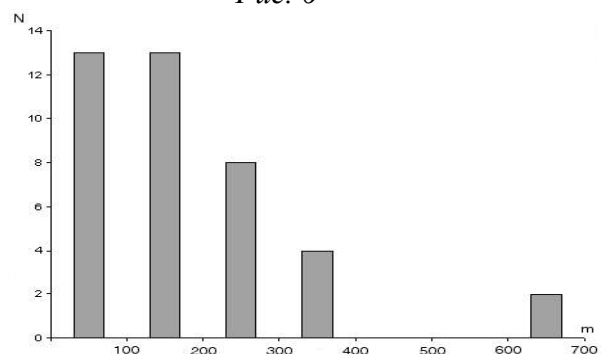


Рис. 7

Возвышения такого масштаба наблюдаются иногда и в соответствии с другими физическими условиями погоды. Особенно в данном случае является то, что эти повышения предшествуют повышению температуры поверхности моря. Наблюдаемые возвышения тропопаузы не может быть связано с сезонными колебаниями, потому что распределение аномалии относительно однородное в течение всего года, кроме зимы, когда нет анализа. Наблюдаемое явление нельзя отрицать и не описано в литературе. Его

выражением является относительно стабильным, учитывая, что в тропопаузе постоянно работают множества динамические процессы [6].

Это исследование является шагом в выяснении причин, которые приводят к появлению поверхностных температурных аномалий на Черном море. Во время детального анализа атмосферных условий аномалии 4.08.1998г. оказалось что возвышение тропопаузы можно рассматривать как причина за понижение тотального содержания озона. Во время этой аномалии четко регистрировать антициклонические области. Возможно поднятие тропопаузы является признаком появления область высокого давления над области исследованной поверхности. Для наличие антициклонической динамика между поверхностью моря и тропопаузы необходимо анализировать синоптические карты за все дни всех аномалий.

На данный момент невозможно доказать причинно-следственную связь между аномалиях и подъем тропопаузы. В последующем исследовании будет анализированное поведение озонового слоя над каждой аномалии. Когда исследователя озон желательно использовать и наземные наблюдения с оборудованием, описанной в работе [8]. Возможно позади наблюдаемого синхрона явления действует другая причина связанная с атмосферной динамики. В мои предыдущих ис-

следованиях [9] я решительно отвергнул пиковое поведение солнечной и геомагнитной активности как причина для генерации аномалиях. Как показано в работе [7], нет никакой связи между температурные аномалии и сейсмическую активность. Была доказана большую вероятностью возникновения аномалий от фазы Луны - Новолуние и Полнолуние [10]. В будущем предстоит провести аналогичный анализ по вопросу о воздействии этих геофизических и космических факторов на повышение высоты тропосферы.

References

- [1]. <http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/klm/>
- [2]. <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>
- [3]. <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/>
- [4]. Dashko N.A, The course of lectures on synoptic meteorology, Izdatelstvo MSU 2005
- [5]. Brian J. Hoskins, Climate Change at Cruising Altitude?, *Science* 25 July 2003:Vol. 301. no. 5632, pp. 469 – 470, DOI: 10.1126/science.1086051
- [6]. Santer B. D. , M. F. Wehner, T. M. L. Wigley, R. Sausen, G. A. Meehl, K. E. Taylor, C. Ammann, J. Arblaster, W. M. Washington, J. S. Boyle, W. Brüggemann, Contributions of Anthropogenic and Natural Forcing to Recent Tropopause Height Changes, *Science* 25 July 2003:Vol. 301. no. 5632, pp. 479 – 483, DOI: 10.1126/science.1084123
- [7]. Manev A., Palazov K., Stoyanov St., Raykov St., Spasov St., Satellite research of the Black sea surface temperature anomalies and its relation to other physical phenomena, National military university, Scientific Session Shumen, 2005, Collection of scientific works, Vol II, 263-270, IBSN 10:954-9681-02-5(2)
- [8]. Stoyanov S. Optical methods for analysis of atmospheric ozone. Publishing "Faber", Veliko Tarnovo 2009, 231 c. ISBN 978-954-400-214-5

[9]. Manev A. Short-surface temperature anomalies on the Black Sea and solar activity, Jubilee Scientific Conference "60 years Ruse University" Angel "10.11. - 12.11.2005, Ruse, Scientific Proceedings "Mathematics, Informatics and Physics", Volume 44, Ser 6.1 str.113-118, ISSN 1311-3321 -12-7

[10]. Manev A. K. Palazov, B. Benev, Zh. Zhekov, Space aspects of surface temperature anomalies on the Black Sea, Second scientific conference with international participation "Space, Ecology, Nanotechnology, Safety", 14-16 June 2006, Varna, pp. 60, ISBN 10:954-9401-12-7, ISBN 13:978-954-9401