

Behavior of the air temperature and pressure during the total solar eclipses held on March 29, 2006 and August 1, 2008

Natasha Ivanova
Nicolaus Copernicus Astronomical Observatory and Planetarium, Varna
P.O. Box 120, 9 000 Varna, Bulgaria
natasha_i@abv.bg
(Conference poster)

Abstract. Comparison of meteorologic observations in two total solar eclipses is presented. It is observed that during both eclipses the air temperature decreases and later increases, while the atmosphere pressure, contrary, increases and later decreases. The reverse behavior of the pressure is explained by the changes in the convection regime in the grounded air layer, caused by the changes of the temperature. The observations have been organized by the Astronomical Observatory and Planetarium of Varna.

Key words: solar-terrestrial physics

Поведение на температурата и налягането на въздуха при пълните слънчеви затъмнения на 29 март 2006 г и 1 август 2008 г

Наташа Иванова

Представено е сравнение на метеорологични наблюдения при две пълни слънчеви затъмнения. Наблюдавано е, че при двете затъмнения температурата на въздуха намалява, а после нараства, докато атмосферното налягане, обратно, нараства, а после намалява. Обратният ход на налягането е обяснен чрез измененията в режима на конвекция в приземния въздушен слой, предизвикани от изменението на температурата. Наблюденията бяха организирани от Астрономическата обсерватория и планетариум на Варна.

1 Увод

Обучението на кръжочници по астрономия към НАОП „Н. Коперник“, Варна, е свързано и с наблюдение на интересни небесни явления. Такива са, например, слънчевите затъмнения, за наблюдението на които се организират експедиции. Последните 3 пълни затъмнения бяха наблюдавани на 11 август 1999 г, 29 март 2006 г и 1 август 2008 г.

2 Данни от затъмнението от 29 март 2006г.

На 29 март 2006 г. група от Варненската обсерватория наблюдава пълно слънчево затъмнение в Турция, близо до град Анталия, туристически комплекс „Айдън бей“. В деня 29 март 2006 г. времето бе слънчево и ясно. Преди началото на затъмнението се появиха високо слаби перести облаци, които се увеличаваха. След края на затъмнението те покриха голяма част от небето. Температурата на въздуха се движеше между

17,6°C и 19°C. Измерване на температурата при земната повърхност не бе правено. Налягането преди затъмнението се менеше в границите от 1020 hPa до 1015 hPa. Духаше слаб вятър. Посоката на вятъра не бе определяна.

Началото на затъмнението бе в 12:38:23 местно време, пълна фаза бе наблюдавана от 13:55:00 до 13:58:32 местно време, а края на затъмнението бе в 15:58:40 местно време. Продължителността на пълната фаза бе 3 мин и 32 сек. Затъмнението бе наблюдавано по пладне, когато Слънцето бе високо над хоризонта.

По време на затъмнението бяха направени метеорологични измервания с показанията на фиг.1 барометър и живачен термометър. След обработката на получените данни интерес предизвикаха графиките на хода на температурата и налягането, представени на фиг.2. Поведенията на температурата и налягането се оказаха противоположни.



Fig. 1. Барометърът и термометърът, с който бяха извършени метеорологичните измервания на 29.03.2006 г. в Анталия.

В търсене на обяснение на обратните, почти огледални ходове на температурата и налягането се оформиха две предположения.

Първо, изменението на налягането можеше да е свързано с топлия атмосферен фронт, чието приближаване ставаше почти по същото време. Първите високи перести облаци започнаха да се появяват непосредствено преди началото на частичното затъмнение, а след края на затъмнението съвсем се заоблачи. На следващата сутрин дори преваля.

От друга страна не можеше да се пропусне фактът, че наблюдаваната особеност в хода на налягането – повишение до някаква върхова стойност и после понижение – много добре съвпада по време с протичането на затъмнението. Можеше да се предположи, че изменението на налягането е температурен ефект, свързан с настъпването и отдръпването на лунната сянка от мястото на наблюдението.

Поради факта, че уредите с които бяха направени измерванията бяха любителски, решихме при наблюдаване на следващото пълно слънчево

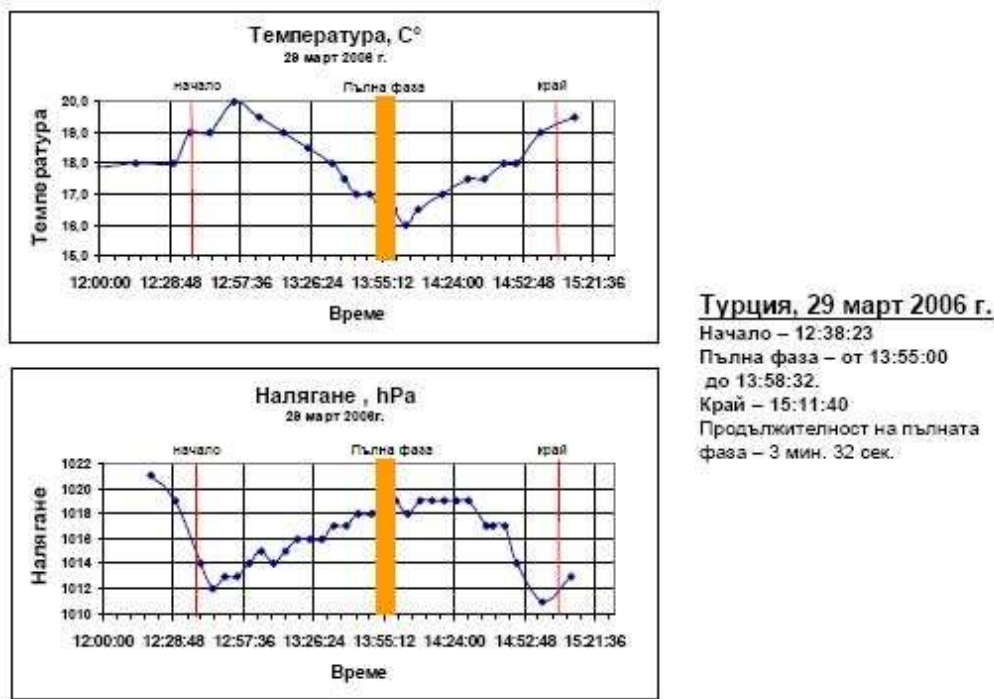


Fig. 2. Ход на температурата и налягането по време на пълното слънчево затъмнение на 29.03.2006 г. в Анталия.

затъмнение, на 1 август 2008 г, да направим отново атмосферни измервания, за да сравним резултатите и да потърсим обяснение.

3 Данни от затъмнението от 1 август 2008 г

Следващото пълно слънчево затъмнение наблюдавахме от малък стадион в Академичното градче на Новосибирск, Русия. В деня 1 август 2008 г в Новосибирск времето бе слънчево, с висока разкъсана облачност. По прогноза, максималната температура на въздуха за този ден трябваше да е 30°C. Преди началото на затъмнението температурата на въздуха се движеше между 26,5°C и 26,6°C, а при земната повърхност - в интервал от 33,1°C до 36,7°C. Налягането бе 980,7 hPa. Духаше вятър на силни пориви, достигащи скорост 6,8 m/s. Посоката на вятъра не бе определяна.

Началото на затъмнението бе в 16:41:20 местно време, пълна фаза бе наблюдавана от 17:43:51 до 17:46:08 местно време, а края на затъмнението бе в 18:45:44 местно време. Продължителността на пълната фаза бе 2 мин и 17 сек. Затъмнението се наблюдаваше след пладнe, когато Слънцето намаляваше височината си над хоризонта, т.е. вървеше към залез.

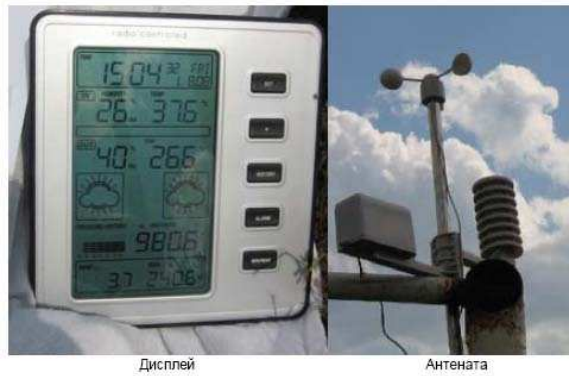


Fig. 3. Автоматичната метео-станция, с която бяха извършени измервания на 1.08.2008 г. в Новосибирск.

Метеорологичните измервания бяха правени с автоматична метеостанция “STRATOS Funk – Wetterstation”, показана на фиг.3. Метеостанцията позволяваше наблюдение и на температурите при земната повърхност, а също и във въздуха, с помощта на уреди поставени в антенната част. След обработка на данните се получиха графики за изменението на температурата на въздуха и при земната повърхност, показани на фиг.4, съответно горе и долу. На фиг.5 са показани графиките на изменение на атмосферното налягане от затъмненията на 29 март 2006 г. и 1 август 2008 г. Наблюдава се сходност на профилите им.

Поведението на графиките на изменението на температурата и налягането на 1 август 2008 г е подобно на това, наблюдавано при затъмнението през 2006 г. Профилът на графиките, даващи изменението на температурата и при земната повърхност и на въздуха и тяхната разлика е почти огледален на профила на графиката на атмосферното налягане.

4 Обяснение от физична гледна точка

Особеностите на хода на температурата и налягането са показани на графиките, представени на фиг.6,7 и 8. От физична гледна точка те биха могли да бъдат обяснени чрез измененията в условията на конвекция в приземния въздушен слой, както следва.

Поради по-високата температура при земната повърхност се извършва конвекция на въздушните маси (топлите слоеве, близо до повърхността, се издигат, а студените, от височина, слизат към повърхността) и ако не следва затъмнение би следвало атмосферното в приземния слой налягане да спада.

При започване на затъмнението, поради постепенното закриване на Слънцето от Луната, слънчевото греене намалява и температурата започва да спада. При това спадът на температурата при земната повърхност е с по-бърз темп и в по-широки граници, отколкото във въздуха. Това е видно на фиг.4, даваща изменението на температурата при земната

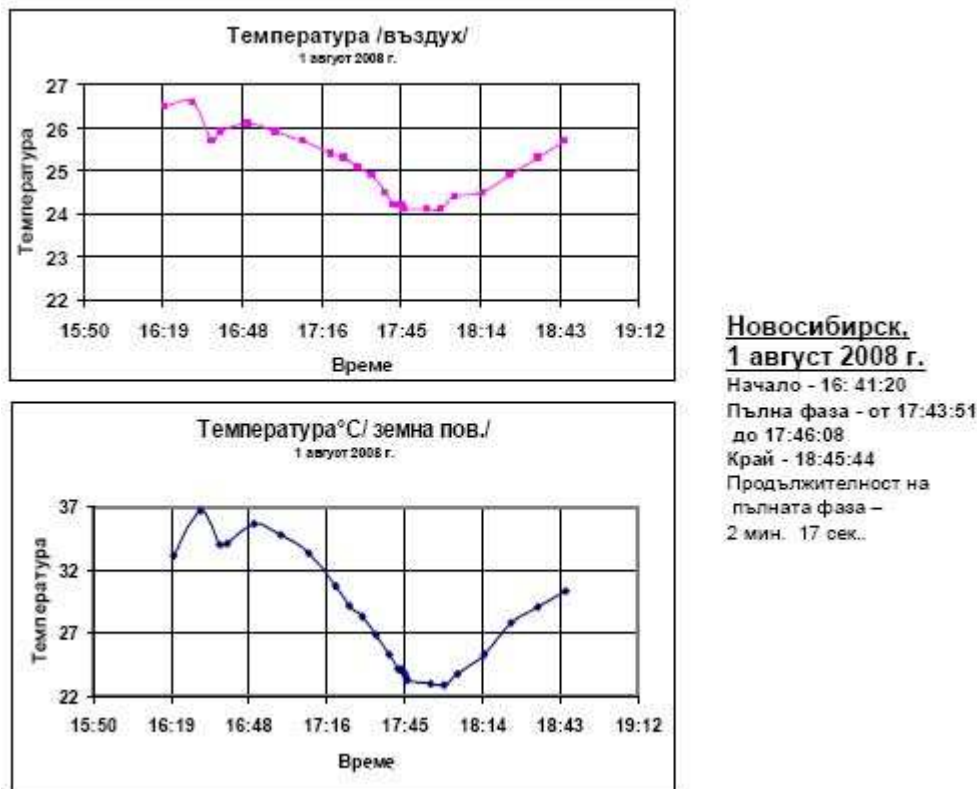


Fig. 4. Ход на температурата във въздуха (червено) и при земната повърхност (синьо) на 01.08.2008 г. в Новосибирск

повърхност (синята графика) и изменението на температурата във въздуха (червената графика).

Неравномерното намаляване на температурата при земната повърхност и във въздуха променя скоростта на извършване на конвекцията и тя започва да намалява, което води до повишаване на налягането. Ходът на топлинния баланс - изменението на разликата между температурата при земната повърхност и температурата във въздуха - е показан на фиг.6, горе, вдясно. Той показва спад, който отговаря на покачването на атмосферното налягане.

Покачването на атмосферното налягане, обаче, както се вижда на фиг.5, е неравномерно. Вероятната причина е вятърът, духащ на силни пориви. По време на такъв порив рязко намалява температурата на въздуха в приземните слоеве, които рязко се охлаждат и налягането там спада. След края на порива конвекцията се възстановява, но нейната скорост продължава да намалява и налягането се покачва, до следващия порив. След това отново се наблюдава спад и т.н.

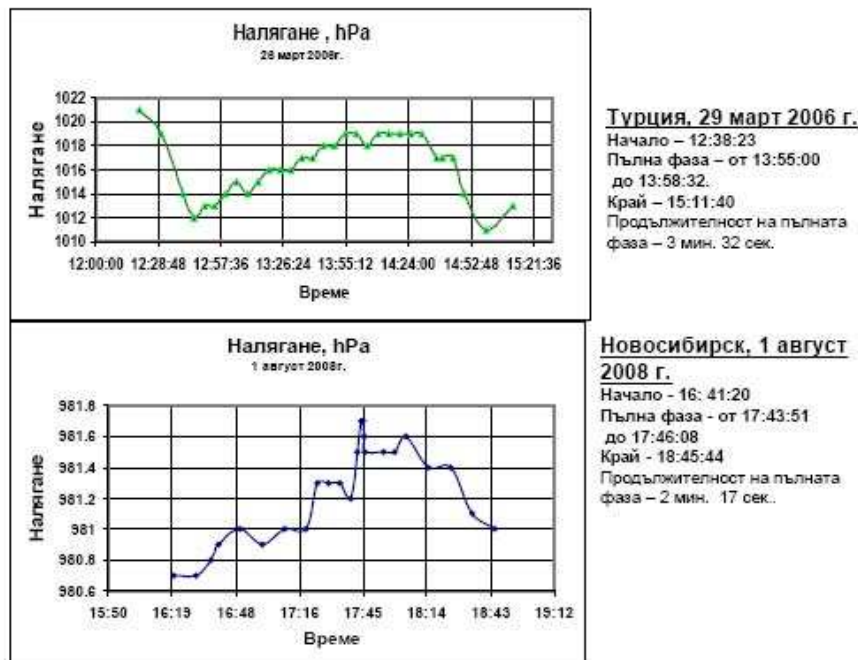


Fig. 5. Изменение на налягането на 29.03.2006 г. (зелено) и на 1.08.2008 г. (синьо.)

Малко преди пълната фаза температурата на въздуха става по-висока от температурата при земната повърхност, при което конвекцията напълно спира и въздушните маси престават да се движат, настъпва застой във въздуха, наблюдава се топлинна инверсия. При този процес се наблюдава повишаване на налягането. Процесът се подсилва и от много силен порив на вятъра в същия момент, който достига скорост 6,8 m/s.

По време на пълната фаза вятърът се изменяше в тесни граници - от 5,1 m/s до 6,1 m/s, оставайки силен. Този силен вятър предизвика пик в изменението на налягането по време на пълната фаза. Към края на пълната фаза вятърът намалю до 3,7 m/s, а малко след това до 2,7 m/s.

Поради инертността на атмосферата, дори след края на пълната фаза температурата и при земната повърхност и във въздуха за известно време остана една и съща, а топлинния баланс бе все отрицателен. Това продължи процеса на температурна инверсия, при който налягането отначало остана постоянно, след което започна да нараства до момента, в който топлинния баланс стана положителен. В този момент температурата при земната повърхност започна да расте с по бързи темпове отколкото температурата във въздуха. При това започна конвекция с нарастваща скорост, която предизвика намаляване на атмосферното налягане (фиг.5, долу). И тук неравномерните темпове на спада на налягането могат да се обяснят с поривите на вятъра. Полученият пик е при порив със скорост 5,1 m/s.

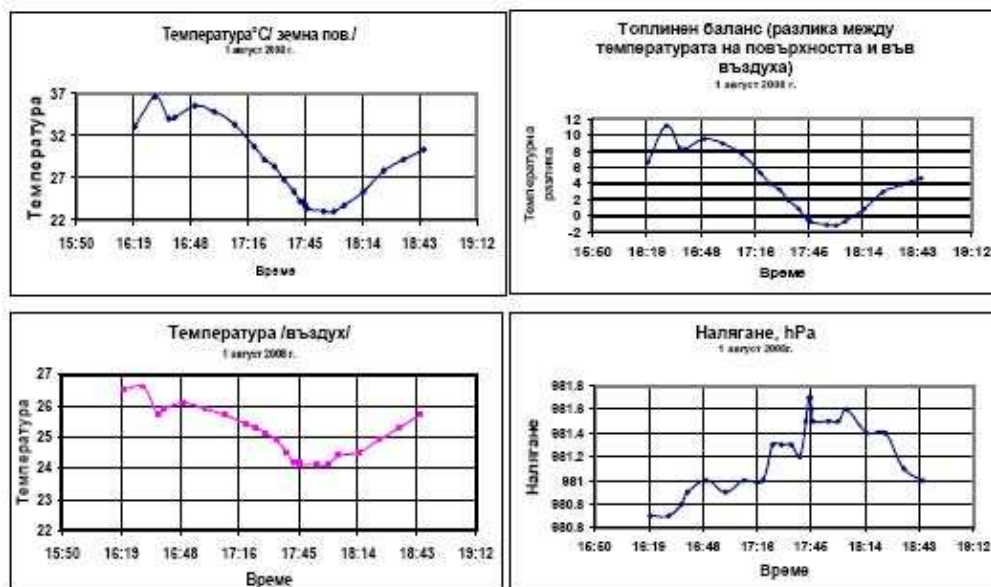


Fig. 6. Сравнение между хода на температурата при земната повърхност, във въздуха, и разликата между температурите (топлинния баланс) с изменението на атмосферното налягане на 1.08.2008 г.

През останалото време скоростта на вятъра е в граници от 2,7 m/s до 3,7 m/s.

Повече информация относно наблюдаваното явление е представена на фиг.7 и фиг.8.

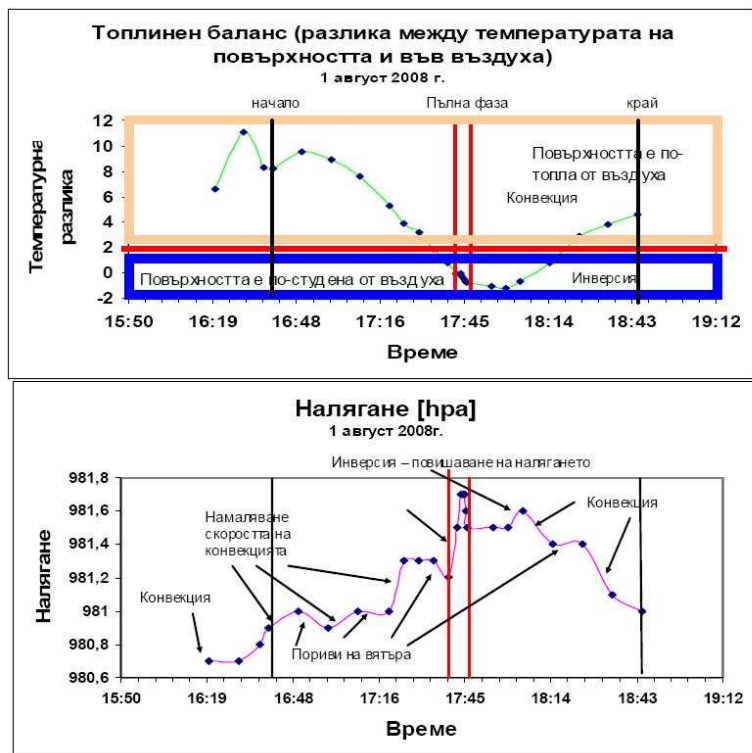
Заклучение

Получените резултати от двете досега наблюдавани пълни слънчеви затъмнения, от кръжочниците на Варненската обсерватория и даденото обяснение ще бъдат проверени и след наблюдение на атмосферните характеристики по време на пълното слънчево затъмнение на 22 юли 2009 г. което се готвим да наблюдаваме от Шанхай, Китай.

Издаваме своята благодарност на д-р Добромир Гроздев, метеоролог в института по океанология към БАН за оказаната неоценима помощ и подкрепа.

References

- Наблюдателни данни от група, наблюдавала затъмнението от 29 март 2006 г. с ръководител Ева Божурова, НАОП "Н. Коперник" Варна;
 Наблюдателни данни от група, наблюдавала затъмнението от 1 август 2008 г. с ръководител Наташа Иванова, НАОП "Н. Коперник" Варна;



Новосибирск.

1 август 2008 г.

Начало - 16: 41:20

Пълна фаза - от 17:43:51

до 17:46:08

Краи - 18:45:44

Продължителност на

пълната фаза –

2 мин. 17 сек..

Fig. 7. Изменение на топлинния баланс и налягането по време на пълното слънчево затъмнение, наблюдавано от Новосибирск на 1.08.2008 г.

<http://ru.wikipedia.org/wiki/>;

<http://meteoweb.ru/eas009.php> , <http://meteoweb.ru/exp001.php>.

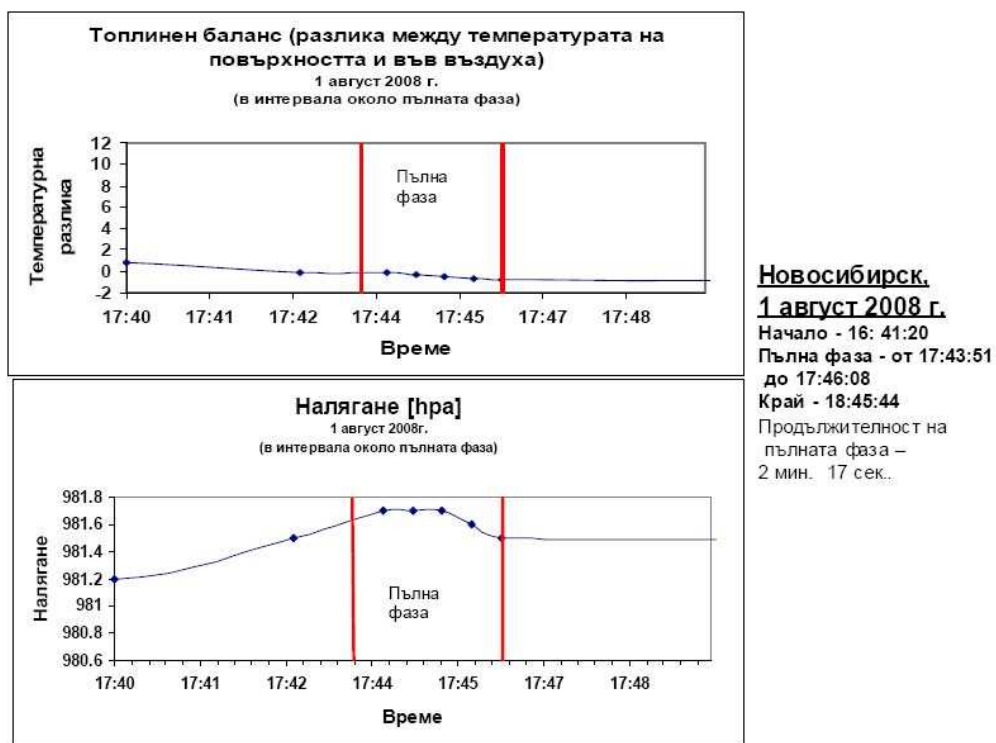


Fig. 8. Ход на температурата и налягането по време на пълното слънчево затъмнение, наблюдавано от Новосибирск на 1.08.2008 г., разглеждани в интервала около пълната фаза.

