

ВЕЛИКОТО АМЕРИКАНСКО ЗАТЪМНЕНИЕ НА 21 АВГУСТ, 2017 ГОДИНА - НАБЛЮДЕНИЯ И РЕЗУЛТАТИ

Пенка Мъглова¹, Алексей Стоев¹, Сергей Кузин², Бешир Марзук³,
Андрей Перцов², Мохамед Семеида³

¹Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките

²Физически Институт "Лебедев", Руска академия на науките, Москва

³Национален изследователски институт по астрономия и геофизика, 11421 Хелван, Кайро, Египет
e-mail: penm@abv.bg, kuzin@mail1.lebedev.ru, bmarzoke@yahoo.com

Ключови думи: Бяла и монохроматична корона, пълно слънчево затъмнение

Резюме: Разгледана е програмата на научната експедиция за наблюдение на Великото Американско пълно слънчево затъмнение на 21 август 2017г. Тя бе подготвена заедно със специалисти на Руската, Френската и Египетската Академия на науките. Наблюдателната апаратура бе разположена в района на град Сейнт Джоузеф, САЩ, близо до река Мисури.

За изследванията на бялата и монохроматична корона, за метеорологичната обстановка и светенето на небето бяха предвидени телескопи – 130/2 000 (Максутов-Касагрен) и 80/840 рефрактор, тесноивичен зелен филтър ($\lambda = 5303\text{\AA}$), фотоапарати „Канон“ EOS, луксметри, видеокамери, автоматична климатична станция и компютри.

Пълното слънчево затъмнение на 21 август 2017г. е първото в САЩ от 99 години насам и пресича страната от Орегон до Южна Каролина. Ние успяхме частично да наблюдаваме явлението поради внезапно изменилите се атмосферни условия, но получихме прекрасни фотографии от нашите американски и френски колеги.

THE GREAT AMERICAN ECLIPSE ON AUGUST 21, 2017 - OBSERVATIONS AND RESULTS

Penka Malgova¹, Alexey Stoev¹, Sergey Kuzin², Beshir Marzouk³,
Andrey Pertsov², Mohamed Semeida³

¹Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences

²Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

³National Research Institute of Astronomy and Geophysics, 11421 Helwan, Cairo, Egypt
e-mail: penm@abv.bg, kuzin@mail1.lebedev.ru, bmarzoke@yahoo.com

Keywords: White light and monochromatic corona, total solar eclipse,

Abstract: The program of the scientific expedition for observation of the Great American total solar eclipse on August 21, 2017 is considered. It has been jointly prepared with specialists from the Russian, French and Egyptian Academy of Sciences. The observational equipment was located in the area of the town St. Joseph, USA, near the Missouri River.

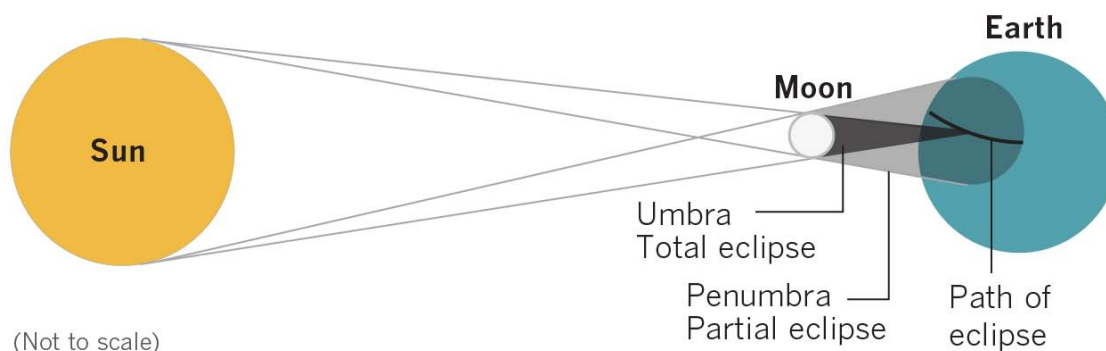
For the investigations of the white light and monochromatic corona, atmospheric response during the eclipse and variations of the sky illumination were provided telescopes - 130/2,000 (Macsutov-Cassegrain) and 80/840 refractor, narrow-band green filter ($\lambda = 5303\text{\AA}$), EOS Canon cameras, meteorological conditions and skylight, luxmeters, videocamers, automatic climate control station and computers.

Total solar eclipse on August 21, 2017 has been the first in the United States since 99 years and crosses the country from Oregon to South Carolina. We partly managed to observe the phenomenon due to suddenly changed weather conditions, but we received wonderful photographs from our American and French colleagues.

Въведение

Космическите обсерватории предоставят огромни възможности за изучаване физиката на слънчевата корона. Наземните наблюдения по време на пълни слънчеви затъмнения ни дават шанс да изследваме най-вътрешната част на короната. Така получаваме безценна информация за глобалното и локално магнитно поле на слънцето, за нагряването, структурата и динамиката на короната.

Пълно слънчево затъмнение се появява някъде по земята всеки 18 месеца.



Фиг. 1. Схема на пълно слънчево затъмнение

Луната напълно закрива Слънцето. През това време може да се види структурата на короната - външната атмосфера на Слънцето, която нормално е скрита от по-ярката фотосфера. Това е огромна област от супер нагрят газ, който се удържа от магнитното поле на Слънцето. Когато се блокира фотосферата, короната се появява с цялата си прелест - бледа, перлена светлина и стримери, излизаци от повърхността на Слънцето.

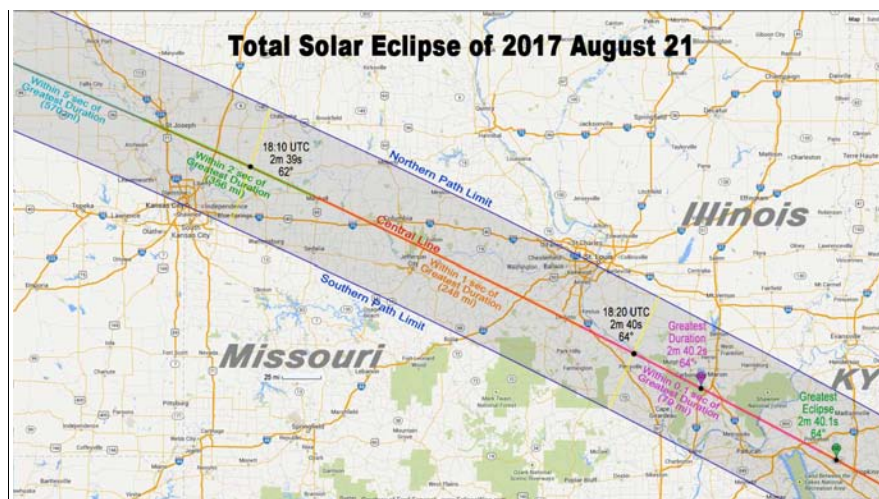
Съставните изображения и измервания, направени по време на предишни затъмнения разкриват, че короната е съставена от сложни вихри от газ, много по-горещ от повърхността на Слънцето. Температурата там е около 6000 градуса по Келвин, а на короната е средно 1 милион градуса по Келвин. Фундаменталният въпрос, който задаваме е "Какво причинява това нагряване?"

При наблюдение обикновено се използват дългофокусни обективи, които могат да заснемат изображения на Короната във видимата светлина. Правят се и спектрални измервания, за да се види кои елементи присъстват в Короната и колко горещи са те. Характерни са емисиите на многократно йонизираните железни атоми в зелена, жълта и червена светлина. За да достигнат това състояние, те трябва да се нагряят до много високи температури. Така, затъмнението ни предоставя уникалната възможност за определяне на термичното състояние на Короната на Слънцето.

Характеристики на пълното слънчево затъмнение на 21 август 2017 г.:

Великото американско затъмнение е първото в САЩ от 99 години насам и пресича страната от запад на изток - от Орегон до Южна Каролина. Явлението започва в 09:06 PDT (Pacific Daylight Time) (4:06 PM UTC (Coordinated Universal Time)) и завършва в 4:06 PM EDT (Eastern Daylight Time) (8:06 PM UTC). Най-голямата продължителност на пълната фаза е 2 минути и 41.6 секунди в Карбондейл, Илинойс. Слънцето е в минимума на своята активност.

Велико затъмнение се наблюдава когато оста на лунната сянка минава най-близо до центъра на Земята, а Велика продължителност се получава когато дължината на лунната сянка достига максимум по линията на тоталитета.



Фиг. 2. Великото американско затъмнение

Място на наблюдение:

Експедицията за наблюдение на пълното слънчево затъмнение на 21 август 2017г. бе организирана с помощта на проф. Джей Пасачов, ръководител на работната група по слънчеви затъмнения на Международния Астрономически съюз.

Апаратурата за наблюдение бе разположена в Националния парк на град Сейнт Джоузеф, САЩ, край река Мисури, в централната линия на затъмнението. Това е мястото с най-чисто небе през август. Тук и продължителността на пълната фаза е една от най-дългите - 2 минути и 38 секунди. Географските координати са $\varphi = 39^{\circ}47'23.1''$ N, $\lambda = 94^{\circ}52'42.6''$ E, Alt. = 253m.



Фиг. 3. Еблемата за наблюдение на пълното слънчево затъмнение в гр. Сейнт Джоузеф

В Сейнт Джоузеф затъмнението започва в 11:40:34 местно време и слънцето е на височина 54.1° на югоизток.

Пълната фаза започва в 13:06:19 и слънцето е на височина 61.9° на юг.

Максимум на затъмнението е в 13:07:38 и слънцето е на височина 61.9° на юг.

Краят на пълната фаза е в 13:08:57 и слънцето е на височина 61.9° на юг.

Краят на затъмнението е в 14:34:27 и слънцето е на височина 57.9° на югозапад.

Град Сейнт Джоузеф е разположен на брега на река Мисури и е известен със забележителната си архитектура, артистична и музикална култура и първата поща в САЩ - Пони експрес, създадена през 1860г., когато с бързи коне са разнасяли писма, вестници и телеграми от Атлантика до Пасифика. По време на Великото американско затъмнение във всички музеи и паркове имаше програми и изложби, посветени на уникалното природно явление.



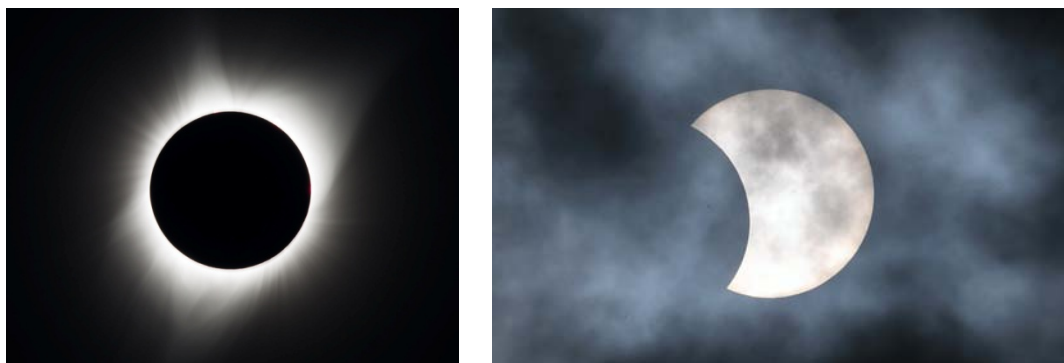
Фиг. 4. Инструментите на българската експедиция за наблюдение на пълното слънчево затъмнение на 21 август 2017г. в Националния парк кай река Мисури, гр. Сеинт Джоузеф

Научна програма и резултати

1. Комплексна фотография на Слънчевата Корона във видимата светлина и получаване на съставно изображение на бялата Корона.

Оптичните наблюдения на бялата корона остават основен източник на информация за различните области на средната и външна корона на Слънцето. Короната в бяла светлина се формира от К- (Kontinuierlich) и F- (Fraunhofer) короната. К-короната се получава от разсейването на фотосферната светлина от бързо движещите се коронални електрони, а F-короната - от разсейването на фотосферната светлина от праха в междупланетното пространство между орбитите на Меркурий и Земята.

Използван е фотоапарат Канон EOS 750D с обектив с фокусно разстояние 300мм. За да се получи съставно изображение е необходимо да се направят снимки с експозиция от 1/500сек. до 2 сек. при чувствителност ISO 100.



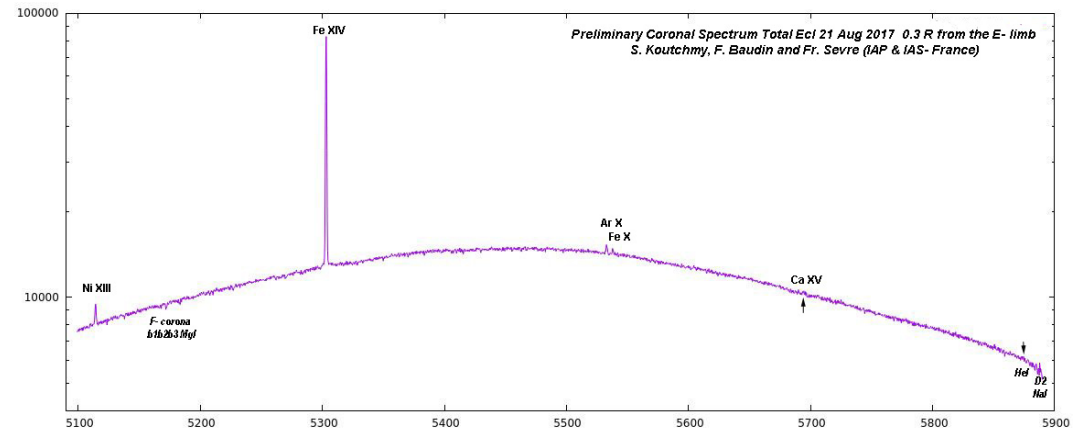
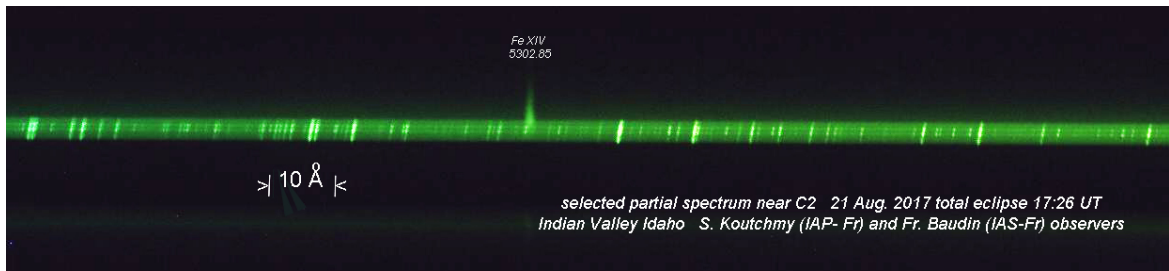
Фиг. 5. Слънчевата корона в бяла светлина. Фотография на екипа на проф. Пасачов от Уилямс Колидж, Портланд, Орегон; частичната фаза през облаци в С. Джоузеф.

2. Астрометрия на явлението Пълно Слънчево Затъмнение на 21 август 2017 г. (визуални наблюдения и фотографиране на частичните фази).

Определя се точният момент на първия контакт с точност 1/10 сек. Фотографиране на диска на затъмненото Слънце в голяма фазова еволюция с точно определяне на моментите време на отделните фотографии. Контактът се определя визуално с 130/2000 Macsutoy - Cassegrain телескоп с 20 мм окуляр и 99% неутрален филтър.

3. Фотометрия на слънчевата корона в зелената коронална линия (снимки с тесноивичен зелен филтър $\lambda = 5303\text{\AA}$).

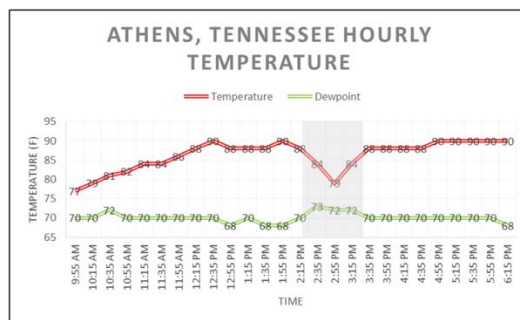
Измерването и анализът на интензивността на емисионните линии е от основно значение за изследването на физическите условия и малко-мощните структури във вътрешната корона на Слънцето. Присъствието на забранени линии от високо йонизирани атоми в спектъра на короната показва, че температурата там е много висока. Ние изследваме зелената коронална линия на 14кратно йонизираното желязо с тесноивичен филтър с дължина на вълната $\lambda = 5303\text{\AA}$.



Фиг. 6. Спектри, получени от С. Кучми и Фр. Будон, от Института по Астрофизика, Париж, Франция

5. Метеорология на приземната атмосфера - измерване на температура, налягане и скорост на вятъра в двуметровия приземен слой на атмосферата.

По време на пълната фаза на слънчевото затъмнение, когато рязко прекъсва падащата светлина, температурата и налягането в атмосферата бързо се променят и това води до аномалии. Метеорологичните параметри се измерват с Професионална метеорологична станция.



Фиг. 7. Температура и влажност, измерени в Атина, Тенеси, САЩ. Температурата пада с 11 градуса, а влажността се увеличава.

6. Фотометрия на светенето на небето по време на фазовата еволюция на явлението Пълно Слънчево Затъмнение.

Промяната в яркостта на небето по време на затъмнението се измерва с 3 луксметъра LUX-PU-150 в зенит, в хоризонталната равнина и в равнината на слънцето близо до нея. Светенето намалява постепенно в ранните фази на затъмнението и бързо около пълната фаза. При наличието на облаци става особено тъмно.



Фиг. 8. Пълната фаза на затъмнението през облаци; Комбинация от космически наблюдения по време на Великото американско затъмнение и съставните изображения, получени от екипа на проф. Пасачов и публикувани от Центъра за космически полети на НАСА Годард . Подчертани са коронарните структури.

Успешно се реализира и проектът за Мегафилм (<http://eclipsemega.movie>), в който хората от цялата страна САЩ - "граждани-учени" изпращат фотографии или видеа към система, свързана с Гугъл, за да са достъпни за всички.



Фиг. 9. Диамантения пръстен

Какво е да наблюдаваш Пълно Слънчево Затъмнение?

Всяко пълно затъмнение започва с частично затъмнение, при което Луната постепенно покрива все по-голяма част от слънчевия диск. Това става за около час, преди началото на пълната фаза на затъмнението. През по-голямата част от времето небето остава ярко и не може да се забележи, че има затъмнение. Малко преди пълната фаза небето става тъмно в посока на лунната сянка, като че ли се задава буря. Светлината, преминала през листата на дърветата образува хиляди полумесеци на земята. Сенките стават особено резки, а дневната светлина – слаба и сива.

В последните секунди лунната сянка се издига над хоризонта като завеса от мрак, която стремително ви приближава. Останалият от Слънцето сърп се накъсва на серия от брилянтни точки по края на лунния диск. Тези мъниста на Бейли се образуват защото слънчевата светлина свети през дълбоките долини между върховете на повърхността на Луната. Последният блясък, преди Слънцето да изчезне зад Луната е съпроводен с появата на призрачно - бялата слънчева корона и образуването на „Диамантения пръстен“.

Короната може да се види само при Пълно Слънчево Затъмнение, когато се закрива брилянтния слънчев диск. Сега небето е тайнствен здрач, достатъчно тъмен, за да се видят планетите и по-ярките звезди. Понякога, рубинено червени протуберанси могат да се видят по края на Слънцето. Това са огромни облаци от водороден газ, по-големи от Земята. Често животните се държат така, сякаш е дошла нощта. Температурата може рязко да спадне.

Пълната фаза рядко продължава повече от няколко минути (около 7 мин. максимум). След края на пълната фаза дискът на Слънцето се открива, отново се виждат мънистата на Бейли и Диамантения пръстен, короната изчезва и се връща дневната светлина.

Пълното Слънчево Затъмнение е най-грандиозното, красиво и внушаващо страхопочитание природно явление. Ако веднъж се види, никога не може да се забрави. Ако някога имате възможност да наблюдавате Пълно Слънчево Затъмнение, не я пропускайте!