



GEOGRAPHICAL ASPECTS OF ASTRONOMICAL PROGRAMS FOR OBSERVING LUNAR AND SOLAR ECLIPSES

Abstract: Extremely valuable scientific data on the solar corona, the motions of the moon and the Earth's atmosphere can be obtained during complete lunar and solar eclipses. The total solar eclipses are observed in a narrow strip, more than 200 km wide and several thousand kilometers long. Full moon eclipses are observed simultaneously by the population of the night half of Earth. Despite the complex nature of the motion of the moon, solar and lunar eclipses are predicted to within a few seconds at a time and several hundred meters by geographical location (for solar). The variety of optical effects observed during the lunar eclipse and the relationship of these effects to the Earth's atmosphere make it possible to study the atmosphere itself. Before the space age, lunar eclipses were the only means of studying different layers of the atmosphere at a distance of several thousand kilometers from the observation point. All this predetermines the great attention of scientists to these phenomena for many centuries to this day.

The preparation of an expedition for observing a lunar or solar eclipse involves, first and foremost, the design of a research program and the design and construction of observation apparatus. Increasing cloud cover during the full phase (to full phase) cancels all efforts to make observations. Therefore, a number of preliminary studies of the local climate, the local landscape, the height of the visible horizon, the rose of the winds are of particular importance in the preliminary preparation. In addition, the following should be done:

- Selecting the optimal monitoring point, mobility and the ability to select 1-2 backup points;
- Get information on local climate and probability of low or high clouds;
- Selection of optimal local relief (especially at low altitude of the Sun);
- Selection of a program for additional observations in the case of a sharp deficiency of sunlight (atmosphere, halo phenomena in the atmosphere, determination of the exact geographical coordinates of the boundary of the moon's shadow, others).

Author information:

Penka Stoeva

Prof., PhD

Space Research and Tehnology Institute –
Bulgarian academy of Sciences, Sofia

✉ penm@abv.bg

🌐 Bulgaria

Alexey Stoev

Assoc. Prof., PhD

Space Research and Tehnology Institute –
Bulgarian academy of Sciences, Sofia

✉ stoev52@abv.bg

🌐 Bulgaria

Mina Spasova

Assist. Prof., PhD

Space Research and Tehnology Institute –
Bulgarian academy of Sciences, Sofia

✉ mina.stoeva@gmail.com

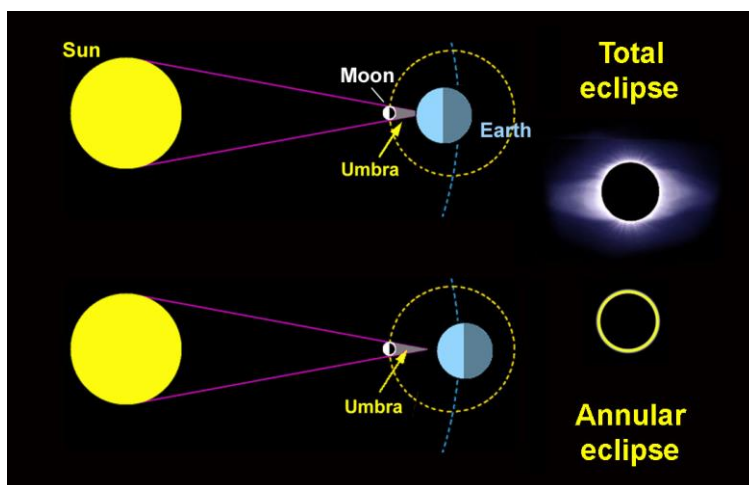
🌐 Bulgaria

Keywords:

lunar and solar eclipses, atmospheric
phenomena, climate, geographical
coordinates, landscape, scientific programs

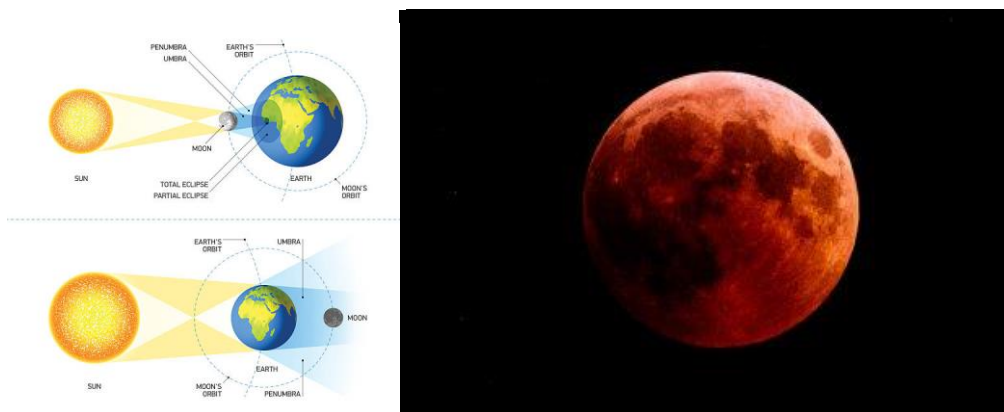
Въведение

Изключително ценни научни данни за слънчевата корона, орбиталните движения на Луната и земната атмосфера, могат да бъдат получени по време на пълни лунни и слънчеви затъмнения. Пълните слънчеви затъмнения се наблюдават в тясна ивица с ширина те повече от 200 км и дължина няколко хиляди километра. Пълните лунни затъмнения се наблюдават едновременно от населението на нощната половина на Земята. Въпреки сложния характер на движение на Луната, слънчевите и лунни затъмнения се предсказват с точност до няколко секунди по време и няколко стотин метра по географско положение (за слънчевите). Разнообразието от оптични ефекти, наблюдавани по време на лунно затъмнение, и връзката на тези ефекти с атмосферата на Земята дават възможност за изследване на самата атмосфера.



Фиг. 1 Видове слънчеви затъмнения – частично, пълно и пръстенообразно.

Лунните затъмнения също са едно от най-значимите астрономически явления, наблюдавани от хората от древни времена. По мащаб те са на второ място след пълните слънчеви затъмнения. Освен това всяко лунно затъмнение се вижда от значителна част от земната повърхност и следователно във всяка конкретна точка на нашата планета лунните затъмнения се наблюдават много по-често, отколкото дори частичните слънчеви затъмнения, да не говорим за пълните. Това води до голям брой препратки към лунните затъмнения в историческите документи и анали, особено в т. н. «приписки» намирани по страниците на стари библии. От друга страна появата на Луната по време на затъмнение е непредсказуема дори да знаем с голяма точност конкретните фази на явлението. Това е другата разлика от слънчевите затъмнения, при които картината не може да бъде точно описана предварително, а само в кратки моменти от общата фаза на явлението. Резките вариации в яркостта на Луната и нейния червен цвят, когато са потопени в земната сянка, са станали причина за паническият страх на хората от различни епохи, които свързват затъмненията с войни, епидемии, катаклизми. Смятало се е дори, че Луната кърви по време на затъмнение.



Фиг. 2 Основни разлики в геометрията на пълното слънчево и лунното затъмнение (ляво) и фотография на пълно лунно затъмнение, със специфичния тъмночервен цвят на затъмнената Луна (дясно)

Лунните затъмнения имат по-сложна геометрия и оптична схема от слънчевите затъмнения. Още в древни времена е било лесно да се разбере, че Слънцето е затъмнено от Луната. Но за да се открие правилната схема на лунното затъмнение, е било необходимо да се установи, че Луната свети само с отразена слънчева светлина, както и че Земята има сферична форма, хвърляйки конус от сянка в космическото пространство. Още по-труден е бил въпросът за причините които създават размитата граница между сянката и блясъка на Луната дори във фазата на пълното затъмнение. Отговорът на този въпрос е даден само преди няколко века с развитието на атмосферната оптика. Разнообразието от оптични ефекти, наблюдавани по време на лунното затъмнение, и връзката на тези ефекти със земната атмосфера показват възможността за изучаване на самата атмосфера въз основа на анализа на яркостта и цвета на лунните затъмнения. Геометрията на затъмнението в много отношения е подобна на схемата на космическите мисии за изследване на атмосферата, ролята на космическия кораб се играе от Луната, а ролята на източника на радиация е Слънцето. Преди началото на космическата ера лунните затъмнения са били единственото средство за изследване на различни слоеве на атмосферата на разстояние няколко хиляди километра от наблюдателен пункт. Всичко това е предопределило голямото внимание на учените към тези явления в продължение на много векове.

Програми за избор на точка за наблюдения на пълни лунни и слънчеви затъмнения

Подготовката на експедиция за наблюдение на лунно или слънчево затъмнение се състои преди всичко в съставяне на изследователска програма и в конструиране и изработване на наблюдателна апаратура. Нарастването на облачността по време на пълната фаза (до пълно заклинване на небето) анулира всички усилия за реализиране на наблюденията. Ето защо, от особена важност в предварителната подготовка са редица предварителни проучвания на локалния климат, местния ландшафт, височината на видимия хоризонт, роза на ветровете, вероятността за стабилна прогноза на климата в деня на затъмнението и др. Тук е мястото да кажем, че пълните лунни затъмнения позволяват да се открият най-подходящите наблюдателни места сравнително лесно (предвид голямата територия на затъмнена земна повърхност). Ето защо, по-нататък ще говорим по-подробно за пълните слънчеви затъмнения.

Основни факти за пълните слънчеви затъмнения:

- Максимален диаметър на пълната сянка $D=270$ km,
- Размер на лунната полусянка - $D=6750$ km,
- Скорост на лунната сянка ~ 1 km/s,
- Максимална продължителност 7 min 23 s,

- Обща продължителност на пълното затъмнение на Земята - до 3,5 h,
- Дължина на линията на тоталитета до 12 000 km.

Първото споменаване на слънчево затъмнение датира от 2697 г. пр. н. е. Древните китайски хронисти са успели да предадат за нас съвременните хора, че дори тогава астрономията е играла важна роля в живота на зараждащата се цивилизация. Оттогава ужасът, влязъл в човека от нощта посред бял ден, е заменен от любопитството и очакването за феерично небесно шоу. От което същевременно могат да се получават изключително важни научни данни за Слънцето, Луната, Земята и пространството в Слънчевата система. И тъй като изчисляването на точните ефемериди се прави днес от астрономите сравнително лесно, е направен алманах на затъмненията 4 хиляди години напред и назад във времето с отправна точка настоящето. Това позволява по описания на затъмнения, съпровождали известно историческо събитие, да е възможно да се установи точната дата на събитието. Когато основните факти, отнасящи се до слънчево затъмнение в миналото, са известни, е възможно да се изчисли календарната дата и моментите на фазите на затъмнението с точност до няколко минути за мястото, където е било наблюдавано. По такъв начин се синхронизира историята на древните народи със съвременната календарна система.

Описание на едно наблюдение на ПСЗ

Всъщност да се направи опит да се описва с думи пълно слънчево затъмнение е изключително неблагодарна работа! Същото е и с фотографията на пълни слънчеви затъмнения. Това вече може да се твърди уверено, въпреки че екипът е наблюдавал повече от 12 затъмнения и е прочел много описания преди и след експедициите. Дори в най-доброто, според нас, описание на затъмнение направено от американския астроном Фред Еспенак, няма дори и сянка от истинските ни впечатления!

И така, ако екипът решил да наблюдава затъмнение се е справил успешно със задачите по:

- Избор на оптимална точка за наблюдение, мобилност на групата и възможност да се подберат 1-2 резервни точки;
- Получаване на достоверна информация за локалния климат и вероятността за ниска или висока облачност в деня на затъмнението;
- Избор на оптимален локален релеф и височина на видимия хоризонт (особенно при малка височина на Слънцето);
- Избор на програма за допълнителни наблюдения при рязък дефицит на слънчева светлина (атмосфера, ореолни явления в атмосферата, определяне на точните географски координати на границата на лунната сянка, други).

Тогава могат да се очакват спокойно последните минути преди първия контакт на затъмнението.

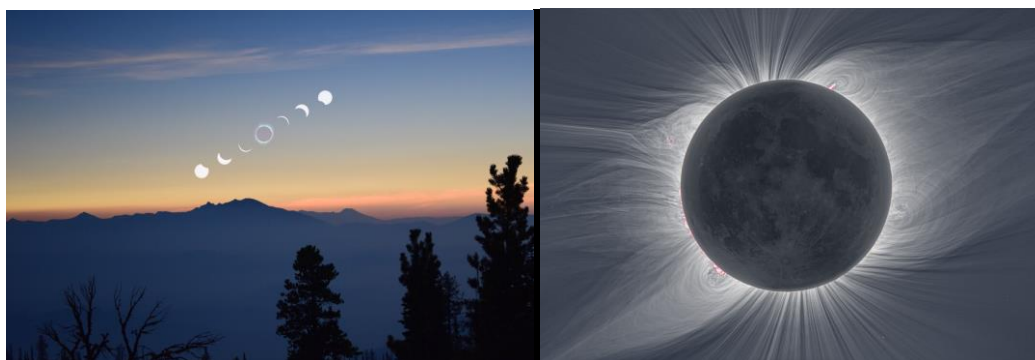
Първи контакт - Луната започва своето движение по слънчевия диск. Пълната фаза е все още на почти час път на Слънцето, но светът наоколо вече започва да се променя неконтролируемо. Светлината на Слънцето отслабва все по-осезаемо, цветовете на околните предмети леко се променят. Едно от най-мощните впечатления за нас като екип, дори сравним с пълната фаза, е била винаги стената на сянката, пълзяща преди втория контакт от запад. И връхлигаща всичко като водопад от тъмнина!

Втори контакт! За броени секунди Слънцето се превръща от ярко петно на половината небе в черен диск, след което започва пълната фаза.

Общата продължителност на едно слънчево затъмнение, например това на 1 август 2008 г. (както частна, така и пълна) е била 4 часа 34 минути. Частичните фази на затъмнението са започнали в 08 часа 04 минути UT в Северна Америка и са завършили в 12 часа 38 минути UT в Индийския океан. На територията на Русия (където се провеждаше нашата наблюдателна

експедиция) частично слънчево затъмнение започна в 12:44 ч. (Московско лятно време) на Колския полуостров. Пълно затъмнение с най-голяма продължителност от 2 минути 28 секунди се случи на север от град Надим. И в 10 часа 59 минути UT пълното затъмнение се премести на територията на Монголия и Китай.

Днес, всеки образован човек разбира, че настъпва пълно затъмнение поради факта, че Луната закрива Слънцето, преминавайки между видимия слънчев диск и наблюдателя на земната повърхност. И поради същия видим ъглов размер, Луната по време на пълно слънчево затъмнение покрива Слънцето напълно, оставяйки видима само короната му, простираща се на няколко слънчеви (лунни) радиуса. Въпреки тези прости съотношения, пълното слънчево затъмнение е най-удивителното небесно събитие! Но това се случва, като правило, не по-често от веднъж годишно (въпреки че има средно 2 слънчеви затъмнения годишно, но само едно от тях е пълно).



Фиг.3 Съставна снимка на фазовата еволюция на слънчевото затъмнение на 1 август 2008 г. над планините на Алтай (ляво) и съставна снимка от 24 фотографии на слънчевата корона (дясно)

Това е записано в експедиционния дневник от експедицията до руския град Бийск за наблюдение на пълното слънчево затъмнение на 1 август 2008 г.:

„Секунда по-късно се появява слънчевата корона. Толкова очакван момент и все пак напълно неочаквано за сетивата. Мозъкът осъзнава, че това, за което се е подготвял, в сравнение с действителния поток от получени впечатления, като цяло е глупост, след което се изключва. Съзнанието е достатъчно за няколко погледа наоколо: светещият пръстен, звездите, планетите от Слънчевата система... Не бяхме готови, лесно да се концентрираме и да разберем, че гледаме към центъра на Слънчевата система като че ли отвън.

И ето я тя – слънчевата корона, цялата в ослепителна перлена светлина! Сплетена от най-фините нишки, тя разстила косите си на ъглово разстояние от няколко градуса от Слънцето. Струва си да се отбележи обаче, че короната става видима дори преди да започне пълната фаза. Вярно, не толкова ярко, колкото когато Слънцето е напълно затворено. Същото е и с лунния диск. Осветен от короната, той става видим като кръг още преди да започне пълната фаза и цветът му не е черен, както се вижда на снимката, а синкаво-сив, призрачен, не се предава чрез описание. Ние бяхме внимателни и няколко минути преди да започне пълната фаза успяхме да видим ефектите на затъмнението не само за кратките две минути.

След такъв експеримент и осъзнаване на физическите измерения на наблюдаваното, мозъкът губи остатъците от съзнание и концентрация. Субективно две минути летят за около 10 секунди! Още няколко погледа през бинокъла или окуляра на телескопа и се получава трети контакт (вдясно от Луната първият лъч на завръщащото се Слънце пламва ослепително). Без защита Слънцето веднага става невъзможно да се погледне. От затъмнението остава само черната стена на бягаща сянка, която се издига като черен монолит вдясно. Бърза ме да

поставим плътните неутрални филтри. Тъй като явлението „затъмнение” още не е приключило, все още очакваме и четвърти контакт, но всички наблюдатели не крият радостта, в която се смесват успешното наблюдение, завръщащото се Слънце и невероятните впечатления! Околностите са изпълнени с постоянни радостни викове с различен обем и тон. След 5 минути започва разговорът за затъмнението в Китай през 2009 г. и интензивността на емоциите е такава, че изглежда всички бяха готови да заснемат момента на настоящето затъмнение и цялата тълпа да се премести в Поднебесната империя, за да заеме местата си още отсега. Може би това носи известни преувеличения, но това е, само защото и ние самите бяхме в дълбок положителен шок.”

След пълната фаза, Луната започва бавно, но сигурно да „изяжда“ слънчевия диск от дясната му страна, който ще потъва все по-надолу, измествайки се на запад. Наблюдавайки чрез затъмнено стъкло или специален неутрален филтър, човек може лично да провери движението на Луната спрямо Слънцето (и, естествено, около Земята). След половин час слънчевият диск вече бе почти наполовина покрит от Луната. В телескоп (отново с използване на слънчев филтър) беше лесно да се наблюдава изчезването на слънчеви петна отвъд ръба на лунния лимб, ако, разбира се, това се случи по време на затъмнението. При голямо увеличение се забелязват неравностите на лунния лимб - лунните планини, видими в профил и просто изпъкнали на фона на Слънцето. Всяка минута фазата на затъмнението се увеличава и видимата повърхност на най-близката ни звезда намалява. Небето става по-малко тъмно (до тъмно синьо). Това се дължи на факта, че Слънцето намалява височината над хоризонта и отслабването на слънчевата светлина от покритието на Луната.

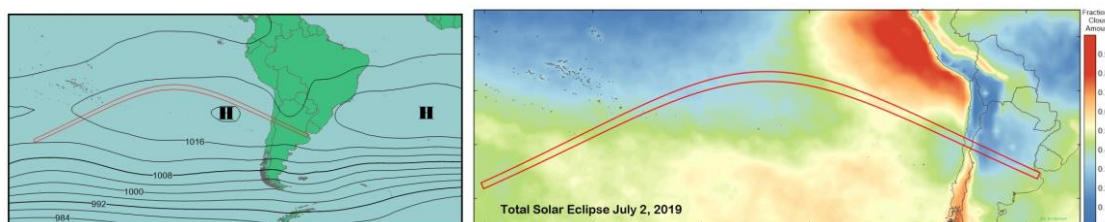


Фиг. 4. Ореолни явления в атмосферата на Земята по време на пълната фаза на слънчево затъмнение

Пълно слънчево затъмнение може да се наблюдава само от тясна ивица на повърхността на Земята, където тече сянка, хвърлена от Луната, която има диаметър средно около 200 километра. В тази връзка в едно и също населено място може да се наблюдава пълно слънчево затъмнение не по-често от веднъж на 200-300 години. Но също така се случва, че в един град в продължение на няколко години можете да видите две (а понякога и три !!) пълни слънчеви затъмнения. Такъв град в Русия бе Горно-Алтайск, където се наблюдава пълно затъмнение през 2006 г. и през 2008 г. Но това не е границата! Например в Китай интервалът между пълните слънчеви затъмнения бе само една година! Жителите на Поднебесната империя наблюдаваха както затъмнението на 1 август 2008 г., така и следващото пълно слънчево затъмнение на 22 юли 2009 г.

Изследователски наблюдения по време на слънчеви затъмнения

Най-важната физическа информация за слънчевата корона е получена по време на пълни затъмнения на Слънцето - явленията, които природата е представила на човечеството, съчетавайки две случайни обстоятелства: 1) фактът, че ъгловите размери на Луната често са малко по-големи от ъгловите размери на Слънцето; 2) фактът, че новолунията могат да възникнат в онези моменти, когато Слънцето, Луната и Земята лежат на една права линия. Ако не се случваха пълни слънчеви затъмнения, тогава без преувеличение можем да кажем, че знанията ни за короната на Слънцето биха били повече от оскъдни. Както вече бе споменато, пълните затъмнения на Слънцето се виждат в тясна ивица, която обикновено има ширина не повече от 200 км и дължина от няколко хиляди километра, върху която се проектира лунната сянка на повърхността на Земята. Такава ивица заема около 1/1000 от земната повърхност, което обяснява рядкостта на наблюденията на пълни затъмнения от хора, които не се стремят специално към пълната фазова ивица. Въпреки сложния характер на движението на Луната, слънчевите затъмнения могат да бъдат предсказани от съвременната небесна механика за хиляди години напред и назад с точност от няколко секунди във времето и до няколкостотин метра в позиция. Повечето (около 2/3) от слънчевите затъмнения са частични, т.е. за земния наблюдател, независимо от местоположението му, лунният диск покрива само част от Слънцето. Лесно е да се разбере, че извън обхвата на пълното затъмнение това ще се наблюдава като определен коефициент на покриване на фотосферата. През 20 век са се случили 216 слънчеви затъмнения, тоест средно малко повече от две затъмнения годишно. От тях само около 1/3 са били пълни и следователно подходящи за наблюдения. За една година могат да се случат максимум пет слънчеви затъмнения, но в този случай всички те ще бъдат частични; минималният брой слънчеви затъмнения годишно е две и двете могат да бъдат общи. Две пълни затъмнения през XX век са през 1912 г. (17 април и 10 октомври), те продължават съответно 1,6 s и 2 минути. Такъв случай няма да се повтори през XXI век. Пълното затъмнение не трае дълго, само няколко минути. Максималната продължителност на пълното затъмнение може да достигне стойност малко повече от 7 минути (през 20 век вече имаше четири такива затъмнения). От началото на века до наши дни общата продължителност на общата фаза на всички затъмнения е малко повече от четири часа; до края на века същата цифра ще бъде малко над един час. Ако вземем предвид лошото време (в което оптичните наблюдения са невъзможни) в районите, където се намират научни експедиции, тогава времето, определено от природата за изучаване на короната при затъмнения, ще бъде почти наполовина. Подготовката на експедиция за наблюдение на слънчево затъмнение се състои предимно в изготвяне на програма за научни изследвания, в проектиране на оборудване за наблюдение и в изучаване на прогнозите за ясно време в деня на затъмнението в ивицата на тоталитета.



Фиг 5. Конфигурации на постоянните зони с високо барометрично налягане в зоната на тоталитета в Тихия и Атлантически океани (ляво) и вероятната степен на облачност на територията на Чили и Аржентина в деня на затъмнението – 2 юли 2019 г.

Как оценихме климатичната ситуация в ивицата на тоталитета

Ивицата на тоталитета на затъмнението на 2 юли 2019 г. през Тихия океан до Южна Америка показва къде са най-удобните континентални места за наблюдения. Трябва да кажем, че това затъмнение идва по време на зимата в Южното полукълбо. Субтропичните географски ширини в които се развива тоталитета предоставят няколко добри възможности за успешен поглед върху затъмнението. От самото си начало в средата на Тихия океан близо до остров Питкърн до края му над предградията на Буенос Айрес, тоталитета се разпростира върху полупостоянния антициклон, който се простира по южната ширина от 30 градуса [вж Фиг. 2]. Този тихоокеански антициклон и неговият братовчед, атлантическият антициклон, диктуват голяма част от характера на времето по следите на сянката. Над равнинната земя антициклонът е още по-умерен от пресечения терен по протежение на Андите, което подобрява климата и изважда облачността от като вероятност в деня на затъмнението според излагането на терена под напора на преобладаващите ветрове.

Тихоокеанският антициклон води до мащабно атмосферно слягане, което затопля и изсушава колоната въздух по-високо, създавайки силна инверсия на температурата около 500-метровото ниво по чилийското крайбрежие. Под тази морска инверсия въздухът се охлажда и овлажнява от контакта със студеното Хумболтово течение, което тече на север от върха на Южна Америка до северната част на Перу. Атмосферното смесване в повърхностния слой повдига влажния въздух нагоре, докато стане наситен, образувайки обширно покривало с ниски стратокумуларни облаци. Този морски облак има отново и отново присъствие по крайбрежието на централната част на Чили, но когато присъства, обикновено се разпространява във вътрешността на кратко разстояние, особено през нощта. Количеството на тази облачност зависи от височината на инверсията и от температурата на океана или земната повърхност, но като цяло облакът е по-тънък в рамките на около 200 км от брега, отколкото в средата на океана. Температурите на океана са относително постоянни през деня, но температурите над земята нарастват и попадат в нормалния денонощен цикъл. Морската облачност над сушата обикновено се преодолява около средата на деня чрез повишаване на повърхностните температури при ясно небе и облаци постепенно се разрушават от краищата навътре. През нощта земята се охлажда, инверсионните явления и морският облак може да се върне във вътрешността, ако ветровете са в подходящата посока. Нощният напредък на морската облачност се ограничава от терена, който пречи на влагата да се разпространи на не повече от кратко разстояние по суша, освен в долините на реките, които проникват в планинската бариера между Чили и Аржентина. Имайки предвид този анализ, за да намалиме до минимум риска от появяването на висока облачност по време на затъмнението, ние избрахме територията на Република Аржентина.

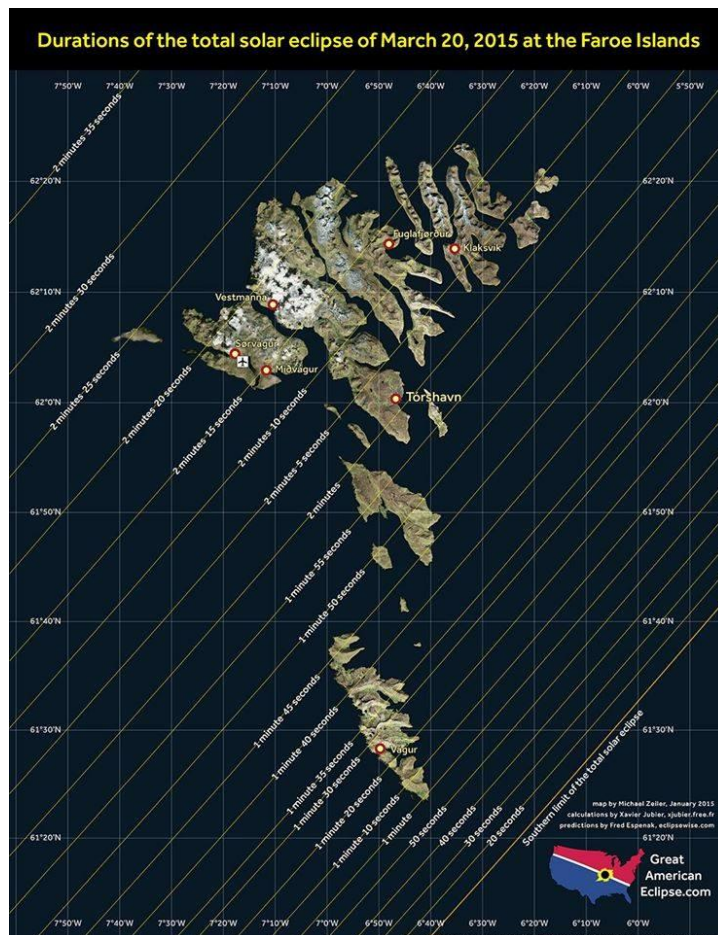
И така, последователността на действията на наблюдателите по време на затъмнение се изчислява с точност до секунда. Поради непредвидени обстоятелства - лоша прозрачност на атмосферата, повреда на частите на оборудването и т.н. - е необходимо да се смени програмата "в движение", което изисква много опит и самоконтрол от наблюдателите, както и „запасни“ наблюдателни точки и логистика до тях. Облачността по време на пълната фаза „занулява“ всички усилия направени по време на подготовката за наблюденията. Въпреки това, както се казва, „играта си струва свещта“ и е трудно да се оцени напредъкът в слънчевата астрофизика, свързан с наблюдения на слънчеви затъмнения. Това е очевидно, тъй като в представянето на предишните раздели авторите многократно се позоваваха на някои важни резултати, получени въз основа на наблюденията на ПСЗ. За изследване на променливи явления в короната често се използват материали, получени в различни точки на тоталитета. По този начин е възможно да се правят наблюдения на короната, разделени от времеви интервал от 1-2 часа. Това също изисква усвояването на допълнителни географски ландшафти в предварителната фаза на подготовката за наблюдения. Успешен опит от този вид е извършен от астрономи по време на

затъмнението на 19 юни 1936 г., чиято ивица преминавала главно през територията на бившия СССР. Наблюденията, организирани от С. К. Всехсвятски, Е. Я. Бугославская и А. Н. Дейч, се състоят в получаване на снимки на короната с помощта на 6 напълно еднакви фотокамери (с фокусно разстояние 5 м), разположени по протежение на тоталитета, от което следва, че короната е могла да се наблюдава в продължение на два часа. Изследването на изображения на короната, получени в четири точки, където времето е било ясно, е дало възможност да се установи скоростта на движение на материята в короната, да се потвърди фактът на въртене на короната заедно със Слънцето и да се направят редица други интересни астрофизични заключения. През последните години, с появата на свръхзвукови самолети, чиято скорост достига скоростта на лунната сянка върху земната повърхност, се отвори нова възможност за непрекъснато наблюдение на слънчевата корона през целия времеви интервал на лунната сянка, „бягаща” по Земята. За неподвижен наблюдател в общата ивица на тоталитета продължителността на пълното затъмнение се определя от размера на лунната сянка и скоростта на нейното движение v_0 . Ако наблюдателят се движи след сянката със скорост v , тогава продължителността на пълната фаза ще бъде увеличена за него с $v_0 / (v^0 - v)$ пъти.

Един пример за избор на място за наблюдение на ПСЗ

Пълното слънчево затъмнение на 20 март 2015 г. от сушата можеше да се наблюдава само в Шпицберген и Фарьорските острови. Има няколко ключови географски разлики и допълнителни обстоятелства между двете места, които могат да бъдат обобщени в следната таблица:

Фактор, №	Фарьорски острови	Шпицберген
1. Вероятност за ясно време	Всичко е лошо (вероятността за ясно небе е малко по-малко от 20%): (От друга страна, времето се променя много бързо и дните с облаци, когато Слънцето изобщо не се вижда, са много редки.	Малко по-добре от Фарьорските острови (вероятността за ясно небе е около 50%)
2. Мобилност и възможност за избор на удобна точка за наблюдения	Островите са покрити с доста обширна мрежа от пътища, но те са доста облекчени и не ви позволяват да се движите бързо	Няма пътна мрежа, транспортни връзки - моторни шейни или хеликоптер
3. Височина на Слънцето над хоризонта	~20°	~10°
4. Продължителност на пълната фаза	2 min 20 sec	2 min 05 sec
5. Климат	Целогодишно от 0°C до +13°C	Средна температура в това време от годината -15°C, но лесно може бъде и -45°C
6. Какво още може да се наблюдава и посети	Интересно на 100% - островите сами по себе си са достатъчно необикновено място	Сняг!



Фиг. 6 Продължителност на пълното слънчево затъмнение на 20 март 2015 г. Фарьорските острови от места с различни географски координати

Избора на наблюдателно място бе направен в полза на територията около градчето Вестманна, където продължителността на затъмнението бе 2 мин 20 сек. и вероятността за безоблачно небе бе над 58%.

Един пример на научна програма на наблюдателна експедиция, съобразена с предварителната оценка за избор на място

Подготвяйки се за наблюдения на пълното слънчево затъмнение на 2 юли 2019 г. бе избрана територията на Република Аржентина, близо до малкото градче Кинес в провинция Сен Луис. Причината бе във високата вероятност да има чисто небе (над 65%) и наличието на територия с обширна равнина част (пампасите), поради това че събитието щеше да се случи и развие ниско над хоризонта. Това изискваше нисък и равен хоризонт, както и наличието на пътища за бърза предислокация на екипа на експедицията на запасни наблюдателни площадки в случай на локална облачност. Бе подготвена апаратурно и методично следната научна програма на наблюдателната ни експедиция:

1. Фотографски наблюдения на бялата корона и определяне на сплеснатостта на слънчевата корона и коефициента на свързаност с актуалния 24-ти слънчев цикъл
2. Спектрофотометрия на „зелената“ слънчева корона (FeXIV 5303Å)
3. Метеорологични наблюдения в конуса на лунната сянка
4. Фотометрия на небето и ореолни явления във фазовата еволюция на ПСЗ
5. Фотометрия на далечната слънчева корона и короналните стримери



Фиг. 7 Съставна фотография на слънчевата корона от 26 фонографии с различна експозиция по време на дълбокия минимум в края на 24 слънчев цикъл по време на пълното слънчево затъмнение на 2 юли 2019 г.

Вследствие на правилния избор на наблюдателна площадка съобразно географските и ландшафтни особености на тази част на Аржентина, както и правилната оценка на вероятността на облачност в атмосферата по време на явлението, бяха изпълнени всички предвидени наблюдателни експерименти. Резултатите от фотометричните и спекрални наблюдения са публикувани в няколко поредни публикации и продължават да се анализират.

References:

1. Koutchmy, O., Koutchmy, S., Nitschelm, C. H., Sýkora, J., and Smartt, R. N. "Image processing of coronal pictures," in *Solar and Stellar Coronal Structure and Dynamics; A Festschrift in Honor of Dr. John, W. Evans*, eds R. C. Altrock (Nat. Solar Observatory/Sacramento Peak, Sunspot, N. M.), 1988, pp. 256–266.
2. Druckmüller, M., Rušin, V., and Minarovjech, M. A new numerical method of total solar eclipse photography processing. *Contr. Astron. Obs. Skalnaté leso* 36, 2006, pp. 131–148.
3. Pasachoff, J. M. Science at the Great American Eclipse. *Astron. Geophys. Roy. Astron. Soc.* 59, 4.19–4.23. doi: 10.1093/astrogeo/aty191, 2018.
4. Stoev, A., Y. Shopov, P. Muglova, N. Kiskinova, Yu. Varbanova, Zl. Michaylova, R. Velkov, "Structure of the solar corona during the 1999 total solar eclipse", In *First Results of 1999 Total Solar Eclipse Observations*, Edited by D.N.Mishev and K.J.H. Phillips, Professor Marin Drinov Publishing House, Sofia, 2002, pp. 143–150.
5. Stoev, Alexey D., Penka V. Stoeva, Nadya Kiskinova, and Nikolay Stoyanov, Evolution of the basic micrometeorological parameters during the total solar eclipse of 29 March 2006 at Manavgat, Turkey, Fourteenth International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics / Atmospheric Physics, 24 – 30 June 2007, Buryatia, Russia, Gennadil G. Matvienko and Victor A. Banakh Editors, Proceedings of SPIE, Atmosphere Physics, ISSN 0277-786X, Vol. 6936, 2008, pp. 517–521.
6. Stoeva, P., A. Stoev, S. Kuzin, Y. Shopov, N. Kiskinova, N. Stoyanov, A. Pertsov, "Investigation of the white light coronal structure during the total solar eclipse on March 29, 2006", International Symposium on Recent Observations and Simulations of the Sun-Earth System, Varna, Bulgaria, 17 – 22 September 2006, doi:10.1016/j.jastp.2007.08.051, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* v. 70, 2008, pp. 414–419

7. Stoeva, P., A. Stoev, S. Kuzin, “White light corona at different phases of the solar cycle”, Sun and Geosphere, 6(1), ISSN 1819-0839, 2011, pp. 33–35,.
8. Stoeva, Penka, Alexey Stoev, Influence of the solar activity on cave air temperature regimes, 41st Annual Seminar "Physics of Auroral Phenomena", March 12-16, 2018 , Apatity, Russia, Proceedings of the 41st Annual Seminar, <http://pgia.ru/seminar>, 2018, pp. 168–171.
9. Raju, K., Desai J., Chandrasekhar T. and Ahsok N. The excitation mechanism of Fe XIV 5303 A line in the inner regions of the solar corona, J. Astrophys. Astr., 12, 1991, pp. 311–317.
10. Voulgaris, A., Athanasiadis, T., Seiradakis, J.H. et al., A comparison of the red and green coronal line intensities at the 29 march 2006 and the 1 august 2008 total solar eclipses: considerations of the temperature of the solar corona, Sol Phys (2010) 264: 45. <https://doi.org/10.1007/s11207-010-9575-7>)
11. Adams, Eric, Science, 07.01.2019 09:12 PM, <https://www.wired.com/story/the-blazing-science-of-this-yearstotal-solar-eclipse/>.
12. Stoeva P., A. Stoev, S. Kuzin, B. Marzouk, A. Pertsov, M. Semeida., RESULTS OF SPECTRAL AND PHOTOMETRIC OBSERVATIONS OF THE INNER SOLAR CORONA DURING THE JULY 2, 2019 TOTAL SOLAR ECLIPSE IN ARGENTINA., Sixteenth International Scientific Conference SPACE, ECOLOGY, SAFETY (SES 2020)., 4 – 6 November 2020, Sofia, Bulgaria, pp. 45 – 50 (http://www.space.bas.bg/SES/archive/SES%202020_DOKLADI/PROCEEDINGS%20SES%202020.pdf)