

Загадъчната аналема

Пенчо Маркишки

Ежегодно всички забелязваме нарастването на продължителността на деня през първата половина на годината и свързаната с това все по-висока кулминация на Слънцето над южния хоризонт около обяд.

След датата на лятното слънцестоене сме свидетели на обратното явление – скъсяване на деня и все по-ниска точка на кулминацията. Тези промени във видима

път на Слънцето по небето създавали проблеми при разграфяването на слънчевите часовници в древността. Затова римският архитект Марк Витрувий Полион (Marcus Vitruvius Pollio, I в. пр.Хр.), а по-късно и египетският астроном и географ Клавдий Птолемей (Claudius Ptolemaeus, II в. сл.Хр.) извършили сложни изчисления и предложили диаграми, наречени аналеми, чрез които можело да се предвиди позицията на Слънцето за всеки ден и час, от гледна точка на наблюдател, стоящ на произволна географска ширина. С тяхна помощ можело да се проектират слънчеви часовници, верни през всеки сезон от годината. Тези диаграми обаче имат само косвена връзка с популярната също като аналема осмовидна небесна фигура, към която ще насочим вниманието си тук.

Значението на тази фигура се интерпретира твърде свободно от някои автори, които търсят връзка между нея и други древни символи или обредни предмети, използвани от някои народи. В една хипотеза се прави косвена връзка между аналемата и доста по-сложната фигура на кагуця –

древния символ, изобразяващ жезъла на Хермес. Според нея двете увити около жезъла змии символизират видимите пътища на Слънцето и на Луната около небес-

ния екватор за дълъг период време (години). В друга хипотеза се правят догадки за приликата на аналемата с традиционните форми на българските сурвачки и мартеници. Едва ли ще се открият ясни доказателства, потвърждаващи недвусмислено тези връзки, но във въображението на хората символиката върви по неведоми пътища. Как обаче можем да видим реално осмовидната фигура на аналемата и кои фактори определят нейната форма?

Това може да стане чрез фотографски експеримент, резултатът от който вероятно би изненадал мнозина. Нужно е в продължение на една цяла година да заснемаме положението на Слънцето на небето през интервал от 5 или 10 дни, но винаги по едно и също време от деня. Можем да снимаме примерно точно в 12^h на обяд или в друг избран момент, в рамките на няколко часа преди или след обяд. Нужно е също положението на фотоапарата да не се променя – той трябва да бъде монтиран неподвижно на статив през цялото време, винаги насочен към една и съща точка от небето. Накрая трябва да



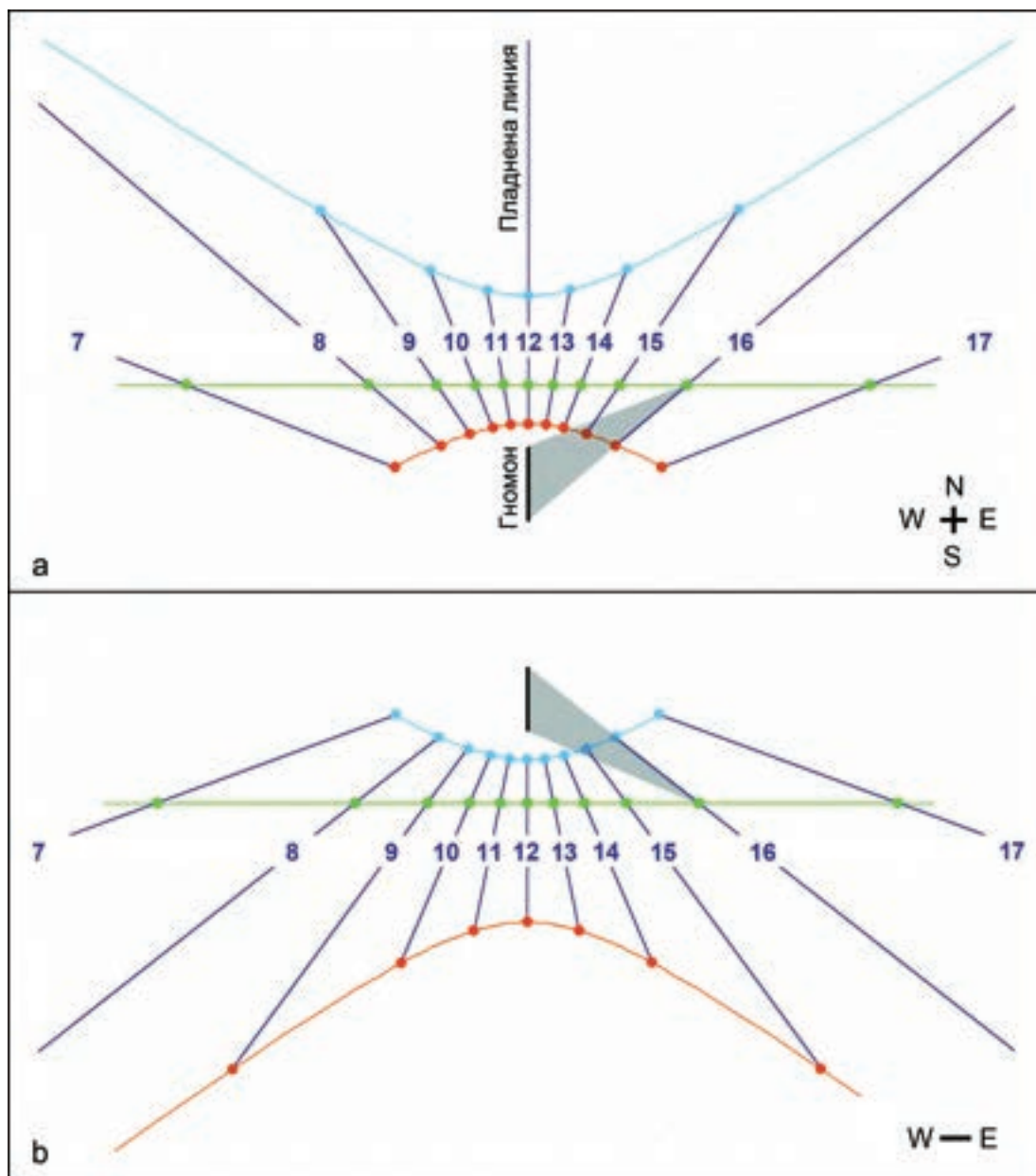
Аналема с разграфени дати, отпечатана върху глобус, Музей на глобусите във Виена, Австрия, <https://en.wikipedia.org/wiki/Analemma>

комбиниране софтуерно получените снимки така, че обектите от близкия план (сгради, планини и др.) от всички изображения да съвпадат точно. Тогава ще видим, че образите на Слънцето обрисуват фигура, наподобяваща силно издължена цифра 8. Разбира се провеждането на такъв експеримент би изисквало огромно търпение от страна на фотографа и невероятен късмет с метеорологичните условия през цялата година, затова вместо истински фотографии, можем да комбиниране изображения, генерирани през същия интервал време с някоя от вече многото компютърни планетариуми. Получената осмивидна фигура показва, че Слънцето не се намира на едно и също място на небето в даден момент всеки ден.

Поради наклона на еклиптиката спрямо небесния екватор от $23^{\circ} 26'$, на датата на зимното слънцестоене – около 21 декември, за наблюдател от Астрономическата об-



Кадуцей



Схеми на слънчеви часовници, съобразени с географската ширина на София: а – хоризонтален, б – вертикален (стенен), обърнат на юг. В дните на лятното и на зимното слънцестоене върхът на сянката на гномона се движи съответно по оранжевата и по светлосинята хипербола. В двата примера часовниците сочат 16^h в деня на пролетното или на есенното равноденствие, когато върхът на сянката се движи по правата зелена линия от запад на изток. На датата на лятното слънцестоене – около 21 юни, Слънцето ще осветява циферблата на вертикалния часовник в София само от 09^h 20^m до 17^h 35^m лятно часovo време. Слънчевите часовници показват местното истинско слънчево време, а съвременните ни часовници – поясното средно слънчево време (подробности в текста).



Аналема над София, съставена от 36 изображения, показваща положението на Слънцето през интервали от около 10 дни в 16^h 00^m официално време (съответно в 17^h 00^m в периода на лятното часово време). Снимка: Пенчо Маркишки

серватория на СУ „Св. Климент Охридски“ в Борисовата градина, Слънцето кулминира на височина $23^{\circ} 55'$ над южния хоризонт в 12^h 25^m. На датата на лятното слънцестоеене – около 21 юни, Слънцето кулминира на височина $70^{\circ} 45'$ в 13^h 28^m лятно часово време. На датите на пролетното равноденствие – около 20 март, и на есенното

равноденствие – около 22 септември, Слънцето кулминира съответно в 12^h 34^m и в 13^h 19^m, на височина около $47^{\circ} 19'$, т. е. на същата височина, на която се издига небесният екватор над южния хоризонт. Разликата от близо $46^{\circ} 50'$ във височините на кулминацията на Слънцето при зимното и при лятното слънцестоеене е причина за различно

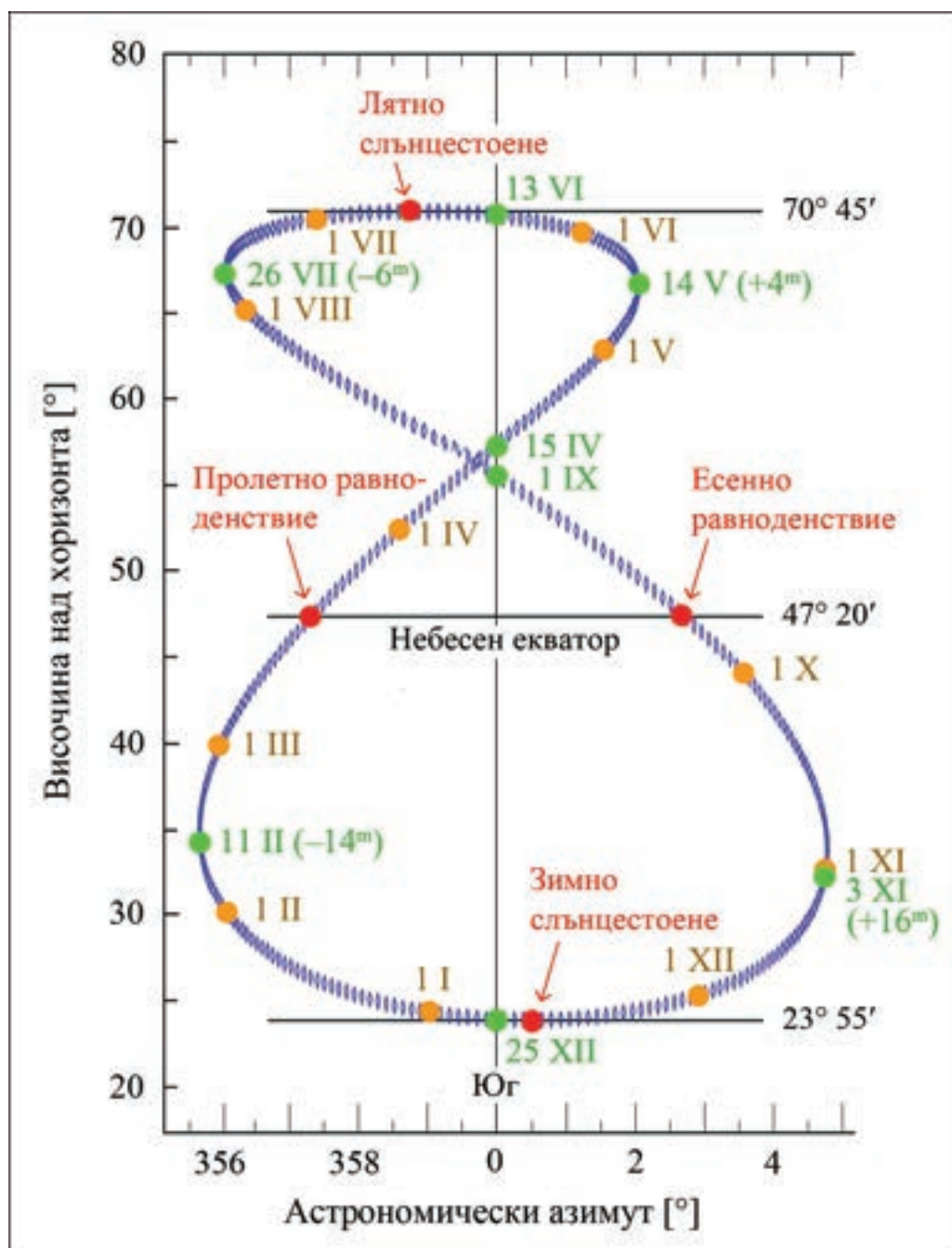
дългата сянка, хвърляна от гномона на слънчев часовник през зимата и през лятото. Същата разлика определя ъгловата височина на осмовидната фигура на аналемата. По-сложни за обяснение обаче са причините, определящи нейната ширина.

Земята обикаля около Слънцето по елиптична орбита, като в единия фокус на елипсата се намира централното ни светило. Около 4 януари всяка година Земята преминава през своя перихелий – най-близката до Слънцето точка от земната орбита. Тогава орбиталната скорост на планетата ни нараства до 30,287 km/s. Най-бавно Земята се движи около 4 юли всяка година, когато преминава през афелия си, с орбитална скорост 29,291 km/s. За наблюдател от Земята това ускоряване и забавяне на нашата планета води до по-бързо и по-бавно видимо преместване на Слънцето на фона на зодиакалните съзвездия, съответно през зимата и през лятото. Тази особеност създава някои чисто практически проблеми – как например да се определи точно продължителността на денонощието, която по дефиниция е равна на интервала време между две последователни долни кулминации на Слънцето в полунощ. Щом Слънцето се премества с различна скорост по еклиптиката, ако наистина отчитаме началото на денонощието от момента на долната му кулминация, денонощието ще се окажат с променяща се продължителност през годината, което би внесло сериозно объркване във всекидневието ни. За да се реши този проблем, се въвежда една фиктивна точка, наречена **средно Слънце**, която се движи по небесния екватор с усреднената ъглова скорост на истинското Слънце. Връзката между средното и истинското Слънце (поточно между средното и истинското слънчево време) се дава с т.нар. **уравнение на времето**, което няма да обсъждаме тук, но ще разгледаме някои следствия от него.

За дадено географско място средното Слънце действително кулминира по едно и също време всеки ден – около обяд, но не е задължително тази кулминация да настъпва

точно в 12^h 00^m официално време за дадената страна. Земното кълбо е разделено на 24-часови пояса (часови зони), като централен меридиан на часовия пояс 0 е Гринвичкият. Централният меридиан на всеки следващ часови пояс принципно трябва да бъде на географска дължина с 15° по-голяма, т.е. с разлика от предния на 1/24-та част от окръжността (тъй като 15° × 24 = 360°). На сушата обаче границите на часовите пояси следват държавните граници, поради което този принцип невинаги е спазен. В океаните положенията на часовите пояси се определят по-строго от географската дължина. България попада в часовия пояс +2, в който важи източноевропейското време EET (Eastern European Time) и за който централен меридиан е този, намиращ се на 30° източна дължина. Над тридесетия меридиан Слънцето кулминира 2 часа преди кулминацията му над Гринвичкия меридиан, поради което казваме, че нашето време EET е с 2 часа преди гринвичко време GMT (Greenwich Means Time) или с 2 часа преди координираното универсално време UTC (Coordinated Universal Time). София обаче се намира на запад от тридесетия меридиан. Астрономическата обсерватория на СУ „Св. Климент Охридски“ е на 23° 20' 45' източна дължина и за наблюдател от нея средното Слънце кулминира 26 минути и 37 секунди след като е кулминирало над тридесетия меридиан, т. е. близо 27 минути след поясното пладне. Затова за София местното пладне по средно слънчево време настъпва всеки ден в 12^h 27^m EET. Когато е валидно лятното часово време EEST (Eastern European Summer Time), местното средно слънчево пладне настъпва в 13^h 27^m. Морските ни градове са много по-близо до тридесетия меридиан, който прекосява Черно море недалеч от нашите брегове. За тях разликата между местното и поясното средно слънчево пладне е много по-малка. За Шабла тя е само 6 минути, за Балчик е 7 минути, за Варна 8 минути и за Бургас 10 минути.

Истинското Слънце се изравнява със средното по ректасцензия (небесна дължина,



Аналема за географското положение на София – 42° 42' N и 23° 19' E, за 12^h 27^m зимно часово време (респ. за 13^h 27^m лятно часово време). В оранжево са дадени позициите на истинското Слънце в началото на месеците. В червено са позициите на истинското Слънце в датите на равноденствията и слънцестоенетата. В зелено са позициите на истинското Слънце на датите, около които то се изравнява със средното (когато е върху вертикалната линия, указваща посоката юг) и също – на датите, около които истинското Слънце изпреварва и изостава максимално спрямо средното



Слънчевият часовник в Морската градина във Варна. Чрез преместване на едното от двете бордюрчета, указващи 12 ч. (върху които е сянката на гномона), часовникът може да се „сверява“ по лятно или по зимно часово време. В далечината зад гномона се вижда кулата за махалото на Фуко на Народната астрономическа обсерватория „Н. Коперник“

аналогична на географската) четири пъти в годината – около датите 15 април, 13 юни, 1 септември и 25 декември. Тогава истинското Слънце кулминира в $12^{\text{h}} 27^{\text{m}}$ за София (респ. в $13^{\text{h}} 27^{\text{m}}$, ако е валидно лятното часово време) и се намира върху вертикалната линия, указваща посоката юг във фигурата с аналемата.

Два пъти в годината истинското Слънце изостава максимално от средното. Това се случва около 11 февруари, когато истинското Слънце кулминира 14 минути след средното (в $12^{\text{h}} 41^{\text{m}}$ за София) и около 26 юли, когато истинското Слънце кулминира 6 минути след средното (в $13^{\text{h}} 33^{\text{m}}$ лятно часово време за София).

Също два пъти в годината истинското Слънце изпреварва максимално средното. Около 14 май истинското Слънце кулминира близо 4 минути преди средното (в $13^{\text{h}} 23^{\text{m}}$

лятно часово време за София), а около 3 ноември истинското Слънце кулминира 16 минути преди средното (в $12^{\text{h}} 11^{\text{m}}$ за София).

Това избързване и изоставане на истинското Слънце спрямо средното логично се отразява върху показанията на слънчевите часовници, които по принцип сочат местно истинско слънчево време. Около началото на ноември слънчевите часовници ще показват с 16 минути напред спрямо местното средно слънчево време, а около 11 февруари – с 14 минути назад. Ако искаме слънчевият часовник да е практически най-полезен и показанията му да са максимално близки до официалното време (например до нашите EET или EEST), трябва на някоя от споменатите дати, когато истинското Слънце се изравнява със средното, да го завъртим леко така, че сянката на гномона да сочи официално време. ■

Олово и антимоно във водата на древния Помпей



Още в древността материалът, от който са се изработвали тръбите на водопреносните системи в градовете, бил оловото. Едва в по-ново време се доказва, че този метал, както и неговите съединения, са токсични. Нещо повече, от всички тежки метали оловото е особено вредно за здравето. Отравянията с олово и неговите съединения могат да доведат до болестта сатурнизм, при която се развиват нервно разстройство и увреждания на зъбите. Острите отравяния с олово водят до силни болки в стомаха и ставите, предизвикват гърчове и припадъци. Освен това оловото се натрупва в организма, най-вече в костите.

Водопроводите в много държави са били изработвани от оловни тръби – в Римската империя, Царска Русия, Западна Европа. От олово са били правени прибори за хранене и други битови предмети. Хората са били подложени на системното му въздействие. Това не могло да не доведе до сериозни здравословни последици. Пословични са сведенията за психическите отклонения на Нерон, Калигула, Иван Грозни и някои английски крале, причина за които най-вероятно са били отравянията с олово. Краткият живот на някои от руските царе и техните близки е обясняван с оловно отравяне от Кремълския „оловен водопровод“ (унищожен от пожар през 1737 г. и използван преди това цели сто години). Злокобната намеса на оловото в здравето и живота на мнозина забележителни личности е предмет на множество изследвания и коментари. Любителите на класическата

музика знаят, че според някои смъртта на Бетовен се дължи на отравяне с олово.

Жителите на град Помпей в Римската империя също пиели вода, подавана в домовете им от оловните тръби на водопреносната система. Изненадващо обаче беше доказано, че токсичното действие на водата се дължи не само на коварното олово. Наскоро беше публикувано научно съобщение (Toxicology Letters, 2017), че отговорността за отровното действие носи още едно вещество – антимоноът. Д-р Кааре Лунд Расмусен (Kaare Lund Rasmussen) и сътрудници от университета в Южна Дания решили да изследват водопреносните тръби от дъвен Помпей, затрупан от лавата на изригвания през 79 г. сл.Хр. вулкан Везувий. Те подложили на задълбочен химически анализ проби от тръбите, пролежали столетия, затрупани от лавата. Резултатите от анализа категорично доказали изненадващо високи стойности на концентрациите на антимоно. Това дава повод за извода, че токсичният ефект на водата, протичала по водопреносните тръби, се дължи наистина не само на наличието на олово, но и на антимоно.

Антимоноът (Sb) е металоид, известен още в дълбоката древност. През 1789 г. Лавоазие (Antoine Laurent de Lavoisier, 1743 – 1794) включва този металоид в списъка на химическите елементи под наименованието *antimoine*. Антимоноът е микроелемент, който се съдържа в минимални количества във всички живи организми, но биохимичната му функция не е напълно изяснена. Той е токсичен, но неговите съединения са се използвали като лекарства през XV–XVI в., някои се прилагат и досега като отхрачващи средства, както и при лекуването на инфекциозни болести при животните и човека. Антимоноът има твърде голямо приложение в много области на промишлеността и интересът към него и неговите съединения не отслабва. Не отслабва и интересът към миналите събития, в които „главното действащо лице“ е това вещество.