

## **Опрацювання результатів спостережень проходження Венерою диска Сонця 8 липня 2004 року та розрахунки обставин майбутніх астрономічних явищ**

*Жолонко М.М.*

*Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького,  
zholonko@ukr.net*

Описано можливості астрономічної програми Eclips, створеної для порівняння і передбачення особливостей руху світил при проходженні внутрішніх планет по диску Сонця, сонячних затемнень, а також сходу і заходу Сонця і Місяця з урахуванням рефракції. Програма розроблена в середовищі Matlab і може бути використана в дослідницьких і в навчальних цілях.

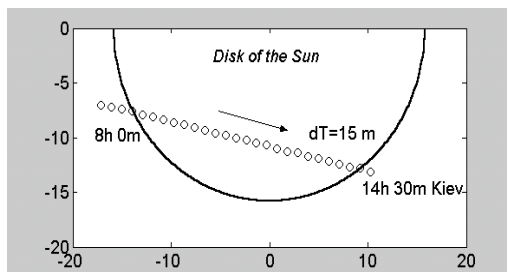
Сьогодні є широкі можливості через мережу інтернет отримати відкрите і зручне програмне забезпечення, що дозволяє докладно і точно дізнатися про розташування зірок, планет, комет та інших об'єктів на небесній сфері. Це - усілякі програми-планетарії. Вони також дають анімацію руху небесних тіл в будь-якому зручному для користувача темпі. Складніше йде справа з такими тонкими явищами, як докладні спостереження проходжень, затемнень, особливості сходу і заходу Сонця і Місяця (їх частин щодо лінії горизонту з урахуванням рефракції). Запропонована програма Eclips, написана в середовищі Matlab, на прикладі проходження Венерою диска Сонця ілюструє можливості створеного програмного забезпечення для навчальних та дослідницьких цілей, проблем навігації та подальшого розвитку інформаційних технологій. Результати розрахунку порівнюються з безпосередніми теодолітним спостереженнями, проведеного 8 червня 2004 р. у м. Черкаси.

Меркурій і Венера відносяться до нижніх планет, чії орбіти розташовуються усередині орбіти Землі. Періодично Земля і одна з планет опиняються по один бік від Сонця. При цьому система "Сонце-планета-Земля" утворює в космічному просторі або трикутник, або близьку прямий лінію. В останньому випадку земний спостерігач може побачити нижню планету на диску Сонця. Оскільки планети і Землю відділяють десятки мільйонів кілометрів, для неозброєного ока Венера на Сонце виглядає чорною точкою, а щоб помітити Меркурій, необхідно хоча б десятиразове збільшення. Проходження планет по диску Сонця відбуваються рідко і бувають видно на всьому зверненому до Сонця півкулі Землі. Приблизний час проходження планети по диску Сонця можна визначити з періодичності, з якою повторюються ці небесні явища. Проходження Меркурія по диску Сонця можливі з 6 по 14 листопада та з 6 по 10 травня. Якщо проходження Меркурія припадає на 10 листопада або 8 травня, планета перетинає сонячний диск по діаметру. Коли проходження припадає на сусідні дати, шлях планети - хорда. Ось, наприклад, дати спостережень і майбутніх проходжень Венери з вказівкою тимчасових інтервалів між сусідніми подіями: 7 грудня 1631; 4 грудня 1639; 6 червня 1761; 4 червня 1769; 9 гру-

дня 1874; 6 грудня 1882; 8 червня 2004; 6 червня 2012; 11 грудня 2117; 8 грудня 2125. Листопадові проходження Меркурія відбуваються через 4750,733 діб або через 2550,0 діб. Останнє проходження Меркурія по диску Сонця, видиме в Європі, відбулося 6,292 листопада 1993 року. Таким чином, нескладно підрахувати чергування листопадових проходжень Меркурія в доступному для огляду майбутньому: 9,025 листопада 2006 року, 11,758 листопада 2019, 13,491 листопада 2032 і 7,491 листопада 2039 ...

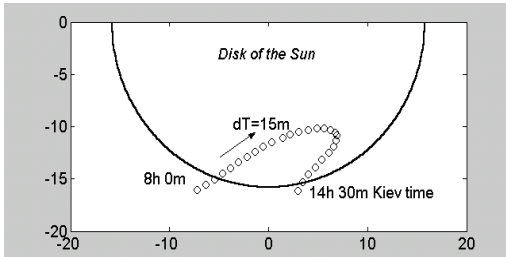
Травневі проходження Меркурія відбуваються через 12050,98 діб і потім через 4751,3 діб. Знаючи, що останнє травневе проходження сталося 9,52 травня 1970 року, слід очікувати, що вони знову наступлять: 7,5 травня 2003 року, 9,8 травня 2016 і 7,78 травні 2049 ... Так, наприклад, перше в ХХІ столітті проходження Меркурія по диску Сонця сталося 7 травня 2003 року. Проходження Венери по диску Сонця 8 червня 2004 виявилось сприятливим для спостережень в Європейській частині і в Західному Сибіру. На Далекому Сході Сонце зайшло за обрій до закінчення явища. На американському континенті, навпаки, - при сході Сонця проходження вже підходило до завершення. Проходження Венери по диску Сонця відбувається тоді, коли планета Венера перебуває точно між Сонцем і Землею, закриваючи собою крихітну частину сонячного диска. При цьому планета виглядає з Землі як маленьке чорне цятку, що переміщається за Сонцем. Проходження схожі з сонячними затемненнями, коли наша зірка закривається Місяцем, але хоча діаметр Венери майже в 4 рази більше, ніж в Місяця, під час проходження вона виглядає приблизно в 30 разів менший за Сонце, так як знаходиться значно далі від Землі, ніж Місяць. Спостереження цього явища дозволяють досить точно визначити відстань від Землі до Сонця (астрономічну одиницю) методом паралакса.

8 червня 2004 року проходження Венери в Черкасах можна було спо-



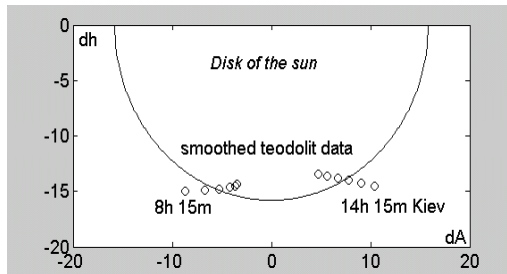
стерігати в умовах практично ідеальної видимості. На рисунку наведені результати теодолітних спостережень для початкової стадії проходження і його другої половини, оброблені програмою Eclips для безпосередньо спостерігаються в горизонтальних координатах висот і азимутів Сонця і Венери.

Розрахункові поправки до геоцентричних моментів початку проходження (T1 - перший контакт), кінця входження Венери в диск Сонця (T2), останній контакт (T4) і самі моменти для точки спостереження в цілому узгоджуються з передбаченими В.В. Михальчуком (Одеський АК на 2004 рік) для м.Черкаси, час київський: T1 = 8ч 19м 49с; T2 = 8ч 39м 0с; T3 =



14ч 3м 11с; T4 = 14ч 22м 10с, а також з даними NASA, Фред Еспенак: (схід Сонця 4ч48м) T1 = 8ч 19м 18с; T2 = 8ч 38м 55с; T3 = 14ч 2м 50с; T4 = 14ч 22м 13с.

Повну реконструкцію за допомогою програми Eclips проходження Венери ілюструє рис. 2 (різниці висот і азимутів), а також рис.3, де побудова виконана у небесних координатах (пряме сходження-відміна). Відповідність точності зазначених вище моментів часу реально спостережуваним залежить від використовуваних для цього даних програми-планетарію. З неї з дискретним кроком бралися дані положення на небесній сфері Сонця і Венери і будувалися їх різниці. Програма Eclips дозволяє передбачити особливості будь-якого майбутнього проходження Венери і Меркурія, затемнення Місяця, а також спостерігати схід або захід Сонця і



Місяця (з урахуванням рефракції).