

**ВИЗНАЧЕННЯ АСТРОНОМІЧНОЇ РЕФРАКЦІЇ НА МАЛИХ ВИСОТАХ**

*Проведено шляхом спостережень зірки Сиріус вимірювання її висоти ( $h < 20^\circ$ ) у порівнянні з теоретичним значенням. Запропоновано емпіричну формулу для визначення рефракційних поправок в координатах світил при будь-яких їх висотах.*

**Ключові слова:** рефракція.

Рефракція світла в атмосфері – оптичне явище, що виникає внаслідок заломлення світлових променів в атмосфері, і проявляється в зміщенні об'єктів, а іноді і в зміні їх форми.

Розрізняють астрономічну рефракцію – явище заломлення променів, що надходять від небесного світила до спостерігача крізь атмосферу, і геодезичну (земну) рефракцію – явище заломлення променів, які надходять від предметів, що знаходяться в атмосфері.

Визначення рефракційного зміщення небесного світила – надзвичайно важливе і непросте завдання спостерігача, який створює каталоги фундаментальних координат світил (насамперед схилень зірок). Нагадаємо, що фундаментальні координати за сучасними вимогами вимірюються з точністю до 0,01 секунд дуги. Це означає, що врахування рефракції при визначенні координат світил мусить забезпечити наведену вище точність.

Численні та тривалі визначення астрономічної рефракції дали змогу використовувати рефракційну поправку при визначенні висоти та схилення світил за формулою

$$\rho = 60,2'' \frac{B}{760} \frac{273}{273+t} \operatorname{tg} z \quad (1)$$

де коефіцієнт  $60,2''$  називається сталою рефракції;  $B$  – атмосферний тиск (у мм рт. ст.),  $t$  – температура повітря ( $^\circ\text{C}$ ). Цією формулою можна користатись для світил при  $z < 70^\circ$ . При точних розрахунках беруть до уваги вплив на величину рефракції не тільки температури, тиску, але і вологості повітря, а також інших метеорологічних елементів нижнього шару повітря.

Отже при створенні каталогів астрономічних координат при  $z < 70^\circ$  прийнято користуватися формулою (1).

В геофізиці, космонавтиці та деяких задачах астрономії (спостереження комет, болідів, руху супутників та ін.) справу доводиться мати зі спостереженнями на малих висотах над горизонтом ( $z > 70^\circ$ ). В цьому випадку постає завдання визначити хід астрономічної рефракції з висотою об'єкта аж до горизонту ( $70^\circ < z \leq 90^\circ$ ).

Ознайомлення з відповідною літературою показує, що такі вимірювання виконуються лише в окремих випадках при вирішенні конкретних разових задач в конкретному пункті з певними метеорологічними і астрокліматичними умовами.

Для визначення астрономічної рефракції на малих висотах було здійснено серію астрометричних спостережень зірки Сиріус. Визначалась її спостережна висота у порівнянні з теоретичною:

$$\rho = h_C - h_T \quad (2)$$

де  $\rho$  – астрономічна рефракція,  $h_C$  – спостережна висота,  $h_T$  – теоретично розрахована висота.

Висота вимірювалась за допомогою теодоліта ТТ 5 з ціною поділки 30 сек. дуги, а час фіксувався за допомогою хронометра морського типу 6МХ. Кінцевою метою є встановлення емпіричної залежності значення астрономічної рефракції на малих висотах.

Спостереження проводилися в астрономічній обсерваторії кафедри астрономії та теоретичної фізики ЧДПУ імені Т.Г. Шевченка.

Вся робота виконувалась у кілька етапів:

1. Вимірювання висоти небесного об'єкта (зірка Сіріус) в даний момент часу.
2. Теоретичне визначення його висоти на момент спостережень.
3. Визначення астрономічної рефракції з використанням формули (2).
4. Наближена апроксимація отриманих даних.

Для визначення теоретичного значення висоти світила використовується відома формула

$$\text{Cos}z = \text{Sin}\delta \cdot \text{Sin}\varphi + \text{Cos}\delta \cdot \text{Cos}\varphi \cdot \text{Cos}t \quad (3)$$

тут  $z$  – зенітна відстань світила,  $\varphi$  – широта місця спостереження,  $\delta$  – схилення світила,  $t$  – годинниковий кут світила. За цією формулою обчислюється  $z$ , а із співвідношення  $h = 90^\circ - z$  визначається висота світила. Але спочатку потрібно визначити  $t$ .

Для визначення  $t$  користуються формулою  $t = s - \alpha$  де  $s$  – зоряний час місця спостереження,  $\alpha$  – пряме сходження світила.

Для визначення  $s$  маємо формулу  $s = S_0 + T + 9,86 \cdot (T - \lambda)$  де  $S_0$  – гринвіцький зоряний час у 0 годин всесвітнього часу для відповідної дати (береться з астрономічного календаря), різницю  $(T - \lambda)$  – слід брати в годинах, тоді добуток дістанемо в секундах,  $T$  – місцевий сонячний час,  $\lambda$  – довгота місця спостереження.

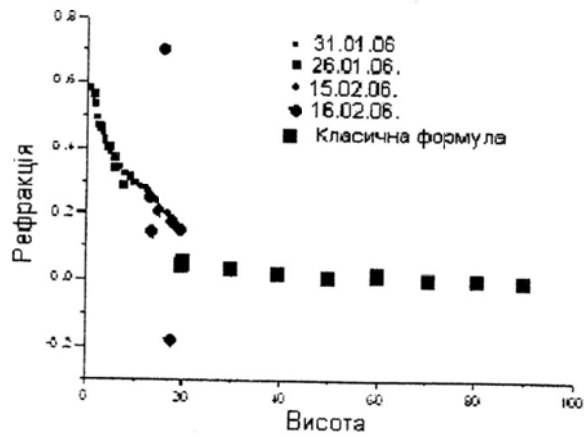
Нижче наведено результати досліджень (див. мал. 1, 2). Бачимо, що для висот  $1^\circ,67 - 20^\circ$  рефракція плавно змінюється наближено від  $0^\circ,58$  до  $0^\circ,19$  відповідно. Верхня межа непогано узгоджується зі значеннями рефракції визначеної за класичною формулою (1) при  $h > 20^\circ$ . Хід рефракції у межах висот  $1^\circ,67 - 90^\circ$  непогано описується формулою

$$\rho = 0,6 \cdot e^{-h/14} - 0,005 \quad (4)$$

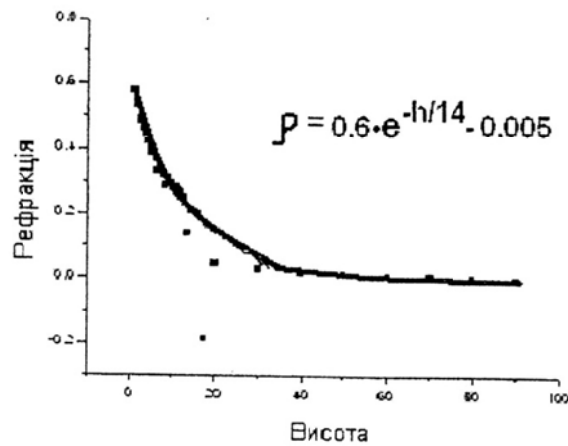
Апроксимація виконана програмою Origin 7.0, а весь масив даних за допомогою програми Excel.

Через погодні умови вдалося отримати найбільший неперервний ряд значень рефракції 31.01.06. В інші дні спостереження Сіріуса обмежувались часом заходу Сонця.

З проведених досліджень випливає, що при визначенні координат світил на будь-яких їх висотах можна користуватись запропонованою формулою (4). Роботу по уточненню запропонованої формули (4) буде продовжено.



Мал. 1



Мал. 2

*By means of Sirius star observations measuring of its height ( $h < 20^\circ$ ) has been conducted in comparison with theoretical meaning. Empirical formula has been suggested for determining of refractive correction in heavenly bodies coordinates under any Sirius star height.*

### Література

1. Бакулін П.І., Кононович Е.В., Мороз В.І. Курс загальної астрономії. – М.: Наука, 1983.
2. Блажко С.Н. Курс практичної астрономії. – М.: Наука, 1979.

*Надійшла до редакції 01.06.06 р.*