

## 1. МЕТОДИ ФОТОМЕТРІЇ В АСТРОФІЗИЦІ

**§1. Видима зоряна величина**

Незважаючи на те, що всі зорі виглядають точковими джерелами світла навіть у найсильніші телескопи, про ці далекі небесні об'єкти ми можемо дізнатися досить багато. Основним джерелом наших знань про зоряне населення Всесвіту є аналіз руху та випромінювання зір, а також теоретичні міркування, співставленні з результатами спостережень. Встановлення того факту, що наше Сонце є рядовою зорею, дозволило певні характеристики зір розглядати на основі аналогії до сонячних.

Неозброєним оком на доступній спостереженню небесній напівсфері можна розрізнити біля 3000 зірок, а в цілому на обох напівсферах приблизно вдвічі більше.

Спостерігаючи за зорями, навіть неозброєним оком, можна помітити, що вони розрізняються за яскравістю та кольором. Ще ГІППАРХ (*Ἰππαρχος*, нар. біля 180 (190), м. Нікея, Д.Греція, – пом. 125 до н.е.) розділив зорі, видимі неозброєним оком, за яскравістю на шість класів. Найяскравіші зорі він відніс до зір першої величини, найслабші – до шостої. Гіппарх користувався словом «величина», тому, що в його часи помилково вважалося, що більша яскравість завжди означає більші геометричні розміри.

Пізніше для об'єктивної характеристики зір ввели *поняття блиску*, на основі якого можна провести чітку класифікацію зір за їх випромінюванням.

Зрозуміло, що від кожного світила до даної поверхні надходить випромінювання певної потужності, яке складається з хвиль різної довжини.

Якщо потужність випромінювання джерела ( $P$ ), яка рівномірно розподіляється по даній поверхні, розділити на її площу, отримаємо *опроміненість поверхні* ( $e$ )

$$e = \frac{P}{S}.$$

Опроміненість Землі, яку створює Сонце за межами земної атмосфери, називається *сонячною сталою* ( $e_0$ ). Її величина становить

$$e_0 \approx 1,37 \text{ кВ/м}^2.$$

Оскільки особливе значення для спостерігача мають видимі оком (візуальні) характеристики випромінювання, то слід враховувати, що наше око має різну чутливість до хвиль різної довжини, а найбільш чутливим є до променів жовто-зеленого діапазону, з довжиною хвилі біля половини мікромметра.

Потужність випромінювання, визначена за зоровими відчуттями, яка поширюється всередині деякого тілесного кута ( $\Omega$ ) і падає на деяку поверхню, називається *світловим потоком* ( $\Phi$ ).

Опроміненість поверхні, визначена за зоровими відчуттями, називається *освітленістю* ( $E$ ).

$$E = \frac{\Phi}{S}.$$

*Блиск зорі* – це освітленість від зорі в точці спостереження.

*Зоряна величина*  $m$  (перша буква лат. *magnitudo* – «магнітудо», величина) є мірою блиску зорі.

*Видима зоряна величина* це міра видимого блиску зорі, тобто дійсно спостережуваного.

Математичне означення зоряної величини дається формулою Погсона, який запропонував вважати, що блиск зорі першої величини перевищує блиск шостої в 100 разів.

За цієї умови можна визначити відношення блисків світил сусідніх зоряних величин, яке позначимо  $x$ , тобто відношення блиску зорі попередньої зоряної величини  $m$  ( $E_m$ ) до блиску зорі наступної величини  $m+1$  ( $E_{m+1}$ ) становитиме

$$\frac{E_m}{E_{m+1}} = x.$$

Тобто

$$\frac{E_1}{E_2} = x, \frac{E_2}{E_3} = x, \dots, \frac{E_{n-1}}{E_n} = x$$

Очевидно, що відношення блисків світил зоряних величин  $m_1$  та  $m_2$  становитиме

$$\frac{E_{m_1}}{E_{m_2}} = x^{m_2 - m_1}$$

Оскільки за початковою умовою

$$\frac{E_1}{E_6} = x^5 = 100,$$

то

$$x = \sqrt[5]{100} \approx 2,512 \approx 2,5.$$

*Зауваження.* Отриманий результат можна перевірити за таблицею логарифмів. Прологарифмувавши передостанній вираз, матимемо

$$5 \lg x = 2,$$

$$\lg x = 0,4,$$

$$x \approx 2,512.$$

Також

$$\begin{aligned} \lg 100 &= 5 \lg 2,5, \\ \lg 2,5 &= 2/5. \end{aligned}$$

Отже, за даною погодженістю, блиски світл сусідніх зоряних величин мають відрізнятися приблизно в 2,5 рази, тому відношення блисків світл довільних зоряних величин  $m_1$  та  $m_2$  визначиться так

$$\frac{E_{m_1}}{E_{m_2}} = 2,5^{m_2 - m_1}.$$

Останнє співвідношення є так званою *формулою Погсона*.

ПОГСОН Норман-Роберт (POGSON Norman-Robert (23.03.1829—23.06.1891) — англійський астроном. У 18 років обчислив орбіти двох комет. З 1851 р. учасник видання астрономічного календаря «Nautical Almanac». З 1860 р. незмінний директор обсерваторії в Мадрасі (Індія). Відкрив вісім астероїдів та склав каталог змінних зірок, з яких сам відкрив 21. Відомі його спостереження залишку комети Бієли 3 грудня 1872 р. у точці неба, протилежній радіанту Андромедид.



Формула Погсона, вже в такому вигляді, дає можливість порівнювати зоряну величину довільного світила і еталонного, а тому і є *математичним означенням видимої зоряної величини*.

Для зручності, формулу Погсона можна записати через різницю зоряних величин після логарифмування останньої при основі 10

$$\lg E_{m_1} - \lg E_{m_2} = (m_1 - m_2) \lg 2,5.$$

Прологарифмувавши рівність  $100 = a^5$  при тій же основі, матимемо

$$\lg 100 = 5 \lg 2,5.$$

Отже

$$\lg 2,5 = \frac{2}{5}$$

і

$$m_1 - m_2 = \frac{5}{2} (\lg E_{m_1} - \lg E_{m_2}).$$

Зоряну величину зір типу Полярної (на жаль блиск останньої є змінним, і в якості еталона вона мало придатна) була виражено числом 2 (позначається  $2^m$ ). Маючи такий еталон, застосовуючи формулу Погсона, можна знайти зоряні величини всіх інших. При цьому прийшли до висновку, що деяким яскравим зорям слід приписати навіть від'ємну зоряну величину.

Так, найяскравіша зірка нашого неба Сиріус має видиму зоряну величину  $m \approx -1,5^m$ .