

Согласно предложению Гиппарха, назвавшего самые яркие звезды звездами первой величины, чем больше блеск звезды, тем меньше ее видимая звездная величина. Это правило выполняется в формуле (2) благодаря минусу перед первым членом правой части. Таким образом, из 20 ближайших звезд самый слабый блеск имеет звезда Вольф 359 (видимая звездная величина равна +13,5), а наибольшим блеском обладает Сириус, звездная величина которого даже отрицательна: -1,6. Видимая звездная величина Солнца -26,7, а Луны в полнолунии -12,5.

### Светимости и абсолютные звездные величины

Сравнение 4-го и 5-го столбцов табл. 1 показывает, что различие видимых звездных величин не может быть объяснено одним различием расстояний звезд. Например, Сириус вдвое дальше, чем  $\alpha$  Центавра, а его видимая звездная величина меньше, т. е. блеск больше.

Очевидно, это должно объясняться тем, что Сириус излучает больше световой энергии в пространство, чем  $\alpha$  Центавра.

Количество световой энергии, излучаемой звездой в единицу времени, называется ее светимостью. Световой поток звезды зависит от ее расстояния до наблюдателя. Светимость же звезды от положения наблюдателя не зависит. Это — одна из важнейших физических характеристик звезды. Светимость Солнца равна приблизительно  $4 \cdot 10^{26}$  джоулей в секунду (Дж/с). Чтобы как-то представить себе значение этой величины, укажем, что выработанная человечеством энергия всех видов меньше одной тысячной доли энергии, излучаемой Солнцем за секунду.

На Землю падает приблизительно одна двухмиллиардная доля всего излучения, посылаемого Солнцем в пространство. Так как все виды энергии — уголь, нефть, газ, энергия движения рек, энергия ветра и т. д., кроме атомной энергии, которой пока выработано немного, являются переработанной энергией солнечного света, то легко считать, что человечество за время своего существования использовало всего только энергию солнечного излучения, падающего на Землю приблизительно за месяц.

Можно найти соотношение, связывающее светимость  $L$  звезды и ее световой поток  $I$  на расстоянии  $r$ . Окружим звезду сферой радиуса  $r$ . Поверхность этой сферы

равна  $4\pi r^2$ . Так как через всю эту сферу в единицу времени проходит столько световой энергии, сколько излучается звездой, то световой поток мы получим, разделив  $L$  на  $4\pi r^2$ :

$$I = \frac{L}{4\pi r^2}. \quad (3)$$

Подставив равенство (3) в равенство (2), получим

$$m = -2,5 \lg \frac{L}{4\pi r^2} + C. \quad (4)$$

Для удобства сравнения размеров предметов их располагают рядом — разница тотчас определится. Представим себе картину, которая открылась бы нам, если бы все звезды расположились на одинаковом расстоянии от нас — скажем, на расстоянии 10 пс. Для этого ближайшим звездам пришлось бы отодвинуться, а большинству звезд приблизиться к нам. Сравнивая теперь видимые звездные величины звезд, мы могли бы судить о том, какая звезда излучает больше энергии в пространство. Звездные величины звезд, находящихся на одном расстоянии, могли бы служить мерой их светимости.

Та звездная величина, которую имела бы звезда на расстоянии 10 пс, называется абсолютной звездной величиной и обозначается обычно буквой  $M$ .

Если в формуле (4) вместо  $r$  написать 10, то слева вместо  $m$  нужно, очевидно, писать  $M$ :

$$M = -2,5 \lg \frac{L}{4\pi \cdot 10^2} + C. \quad (5)$$

Вычтем теперь из равенства (5) равенство (4). Получим

$$M = m - 5 \lg r + 5. \quad (6)$$

Эта важная формула позволяет по видимой звездной величине и расстоянию определять абсолютную звездную величину. Знание абсолютной звездной величины звезды заменяет знание ее светимости, так же как знание видимой звездной величины заменяет знание светового потока звезды. Аналогично соотношению между видимой звездной величиной и световым потоком звезды, увеличение светимости звезды в 100 раз соответствует уменьшению ее абсолютной звездной величины ровно на пять единиц, а уменьшение абсолютной звездной величины на

одну единицу означает увеличение светимости звезды приблизительно в 2,512 раза.

В табл. 1 приводятся абсолютные звездные величины ближайших звезд, вычисленные по формуле (6). Мы видим, что если Солнце отодвинуть на расстояние 10 пс, то оно превратится в звездочку со звездной величиной 4,9 едва различимую простым глазом. Из 20 ближайших звезд только три имеют меньшую абсолютную звездную величину, т. е. большую светимость, чем Солнце — это Сириус, Прочион и  $\alpha$  Центавра. Сириус излучает в пространство в 25 раз больше энергии, чем Солнце. У остальных звезд табл. 1 абсолютная звездная величина больше, чем у Солнца. Значит, у этих звезд сравнительно малая светимость. Самая слабая из них, Вольф 359, излучает в 2800 раз меньше Солнца. Эти сравнения показывают, что Солнце является звездой со светимостью выше средней.

Среди двадцати ближайших звезд многие имеют очень низкие светимости и потому блеск у этих звезд, несмотря на их близость, небольшой (видимая звездная величина большая). В то же время некоторые звезды имеют настолько высокую светимость, что у них, несмотря на удаленность, большой блеск (малая видимая звездная величина). Интересно поэтому сопоставить с табл. 1 список 20 ярчайших звезд неба (табл. 2).

В табл. 2 звезды расположены в порядке их видимой звездной величины. Эти ярчайшие звезды изучались и описывались с древних времен, поэтому почти все они имеют собственные имена, в отличие от списка ближайших звезд, в которых большинство звезд обозначено при помощи номера в том каталоге, в который они занесены. Среди ярчайших звезд семь удалены на расстояния больше 50 пс, но столь большая удаленность компенсируется их очень высокой светимостью. Абсолютные звездные величины этих звезд имеют даже отрицательные значения. Особенно велика светимость у Денеба и Ригеля. Первый из них излучает в 24 000 раз, а второй в 150 000 раз больше Солнца. Если бы центральным светилом Солнечной системы был Денеб или Ригель, то температура на поверхности Земли была бы равна нескольким тысячам градусов. Даже на самой далекой планете Плутон температура поверхности поднималась бы до 300 градусов и более, что исключало бы возможность возникновения жизни во всей Солнечной системе.

Если бы все звезды имели одинаковую светимость, то ближайšie звезды были бы одновременно и ярчайшими. То, что из списка 20 ближайших звезд только три попадают в список 20 ярчайших, показывает, как велико различие в светимостях у звезд. Денеб излучает в 10 миллиардов раз больше, чем звезда Вольф 359, поэтому он,

Т а б л и ц а 2. Двадцать ярчайших звезд

№№ п. п.	Звезда	Видимая звездная ве- личина	Абсолютная звездная ве- личина	Спект- ральный класс
1	Сириус	-1,6	+1,3	A2
2	Канопус	-0,9	-4,6	F0
3	$\alpha$ Центавра	+0,1	+4,7	G5
4	Вега	+0,1	+0,6	A1
5	Капелла	+0,2	-0,5	G2
6	Арктур	+0,2	0,0	K0
7	Ригель	+0,3	-6,2	B8
8	Процион	+0,5	+2,8	F4
9	$\alpha$ Эридана	+0,6	-1,7	B6
10	$\beta$ Центавра	+0,9	-3,1	B2
11	Альтаир	+0,9	+2,4	A6
12	Бетельгейзе	+0,9	-5,6	M2
13	$\alpha$ Южного Креста	+1,1	-2,8	B1
14	Альдебаран	+1,1	-0,5	K5
15	Поллукс	+1,2	+1,0	G9
16	$\alpha$ Девы	+1,2	-2,2	B2
17	Антарес	+1,2	-2,4	M1
18	Фомальгаут	+1,3	+2,1	A3
19	Денеб	+1,3	-5,2	A2
20	Регул	+1,3	-0,7	B8

несмотря на большую удаленность, красуется на небе и был причислен Гиппархом к звездам 1-й величины (точнее, его видимая звездная величина +1,3), а очень близкая к нам звезда Вольф 359 может наблюдаться только в телескоп.

### Определение звездной плотности в окрестности Солнца

Звездной плотностью называется число звезд, приходящихся на объем в 1 кубический парсек. Изучение нашей звездной системы можно начать с определения звездной плотности в районе Солнца. Первую грубую оценку мы получим, используя табл. 1. Поскольку двадцатая из самых близких звезд находится на расстоянии 3,47 пс, среднюю звездную плотность в сфере с радиусом 3,47 пс