

Академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

**О КОЛОР-ЭКССЕССЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ГАЛАКТИКИ**

Ставим следующую задачу. В направлении на центр галактики фотографируется звездное поле через два фильтра, например в красных и синих лучах. Пусть эффективные длины волн этих фильтров суть  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ , соответствующие чувствительности пластинок  $\eta_1$  и  $\zeta_2$  и сделанные экспозиции  $t_1$  и  $t_2$ . Дополнительно установлено, что может быть легко сделано при помощи, например, Северного полярного ряда, что звезды определенного спектрального типа и, следовательно, определенной температуры  $T^*$ , выходят на обеих пластинках с указанными экспозициями одинаково интенсивно. Требуется найти колор-эксцесс этой области неба, считая известным нормальный колор-индекс Млечного Пути. В качестве побочного вывода можем также найти общее поглощение для данного звездного ансамбля. Условие равенства фотографических яркостей на пластинках при  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  есть

$$f(t_1) \eta_1 E(\lambda_1, T^*) = f(t_2) \zeta_2 E(\lambda_2, T^*), \quad (1)$$

что имеет место для всех значений  $E$ . Функция  $f(t)$ , зависящая от времени, характеризует аккумулятивные свойства пластинки. Естественно считать, что число звезд на единицу площади  $N$  относится к ограниченному интервалу звездных величин  $m$ . Подсчеты звезд в самых разнообразных областях неба показали, что  $\log N$  имеет приблизительно линейный вид в функции  $m$ . Пусть  $n_1$  и  $n_2$  — количество предельных звезд, которые еще выходят на пластинках в лучах  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  при указанных выше условиях. Очевидно

$$N_1 = n_1 (1 + q_1 + q_1^2 + \dots + q_1^s) = n_1 \frac{1 - q_1^{s+1}}{1 - q_1},$$

где  $q_1$  характеризует убывание числа звезд со звездной величиной. Имеем, примерно,  $q_1 = 0,4 - 0,3$ .

Пусть, далее,  $E_0(\lambda, T)$  — энергия предельно слабой звезды, еще выходящей при данных условиях на пластинке. Очевидно, что аккумулятивная фотографическая яркость совокупности звезд в интервале  $s$  есть

$$J_1 f(t_1) = f(t_1) \eta_1 E_0(\lambda_1, T) n_1 (1 + 2,512q_1 + (2,512)^2 q_1^2 + \dots)$$

или

$$J_1 f(t_1) = f(t_1) \eta_1 E_0(\lambda_1, T) N_1 \frac{1 - 2,512^{s+1} q_1^{s+1}}{1 - 2,512 q_1} \cdot \frac{1 - q_1}{1 - q_1^{s+1}}.$$

На обеих пластинках предельная интенсивность изображения одинакова, т. е.

$$f(t_1) \eta_1 E_0(\lambda_1, T) = f(t_2) \zeta_2 E_0(\lambda_2, T).$$

Поэтому

$$J_1 f(t_1) N_2 = J_2 f(t_2) N_1,$$

если предположить, что подсчеты  $N_1$  и  $N_2$  относятся к тому же интервалу звездных величин. Фактор  $q_1$  может быть положен равным  $q_2$ , так как обе пластинки относятся к той же звездной области.

Колор-индекс данного звездного поля, определенный по отношению к интервалу  $\lambda_1 - \lambda_2$ , дается выражением

$$CI_{1,2} = m_1 - m_2 = 2,5 (\log J_2 - \log J_1)$$

или

$$CI_{1,2} = 2,5 [\log N_2 f(t_1) - \log N_1 f(t_2)].$$

С другой стороны, колор-индекс с температурой  $T^*$  может считаться известным. Обозначим его через  $CI^*$ . Имеем

$$CI_{1,2}^* = 2,5 (\log J_2^* - \log J_1^*).$$

На основании (1) имеем

$$f(t_1) J_1^* = f(t_2) J_2^*.$$

Получаем поэтому окончательно

$$\Delta CI_{1,2} = CI_{1,2} - CI_{1,2}^* = 2,5 (\log N_2 - \log N_1).$$

Эта простая формула характеризует возрастание колор-индекса для данной звездной системы в интервале  $\lambda_1 - \lambda_2$ . Теперь следует редуцировать на интервал между фотографической и фотовизуальной шкалами, определяющий обычный колор-индекс. Сначала определяем температуру, соответствующую найденной величине  $CI$ . Имеем

$$CI_{1,2} - CI_{1,2}^* = 2,5 \left( \log \frac{J_1}{J_1^*} - \log \frac{J_2}{J_2^*} \right).$$

Температура, соответствующая  $CI^*$ , известна по условию. Очевидно, что

$$\frac{J_1}{J_1^*} = e^{-\frac{c}{\lambda_1} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)} \left( 1 - e^{-\frac{c}{\lambda_1 T}} \right)^{-1} \left( 1 - e^{-\frac{c}{\lambda_1 T^*}} \right)^{-1}$$

или

$$\log \frac{J_1}{J_1^*} = -\frac{c}{\lambda_1} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right) \log e + \Delta_1 \log e,$$

где

$$\Delta_1 = e^{-\frac{c}{\lambda_1 T}} - e^{-\frac{c}{\lambda_1 T^*}} - e^{\frac{c}{\lambda_1} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)}.$$

Значит,

$$\begin{aligned} \Delta CI_{1,2} &= 2,5 (\log N_2 - \log N_1) = \\ &= -2,5 \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right) \left( \frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1} \right) \log e + (\Delta_2 - \Delta_1) \log e, \end{aligned}$$

где  $\Delta_2 - \Delta_1$  есть небольшой поправочный член, который легко может быть вычислен последовательными приближениями. Зная  $T^*$ , вычисляем  $T$ . Пусть интервал длин волн, на который рассчитывается  $CI$ , есть  $\lambda_3 - \lambda_1$ . Имеем, аналогично предыдущему,

$$\begin{aligned} CI_{1,3} - CI_{1,3}^* &= \Delta CI_{1,3} = 2,5 \left( \log \frac{J_3}{J_3^*} - \log \frac{J_1}{J_1^*} \right) = \\ &= -2,5 \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right) \left( \frac{c}{\lambda_3} - \frac{c}{\lambda_1} \right) \log e + (\Delta_3 - \Delta_1) \log e. \end{aligned}$$

Пусть, с другой стороны, «ожидаемый» колор-индекс для данного звездного облака есть  $CI_{1,3}$  (номг.). Тогда разность

$$CE = CI_{1,3} - CI_{1,3} \text{ (номг.)}$$

есть «ожидаемый» колор-эксцесс. Будем считать, как это установлено для нашей галактики, что увеличение колор-индекса обусловливается селективным поглощением по закону

$$\text{abs.} = C\lambda^{-1}.$$

С другой стороны, колор-эксцесс характеризует (поскольку он зависит только от промежуточной среды) разность поглощений для  $\lambda_3$  и  $\lambda_1$ , т. е.

$$\Delta(\text{abs.}) = C(\lambda_1^{-1} - \lambda_3^{-1}).$$

Очевидно, можно перейти от селективного поглощения к общему при помощи соотношения

$$\text{abs.} = CE\lambda^{-1}(\lambda_1^{-1} - \lambda_3^{-1})^{-1} = K \cdot CE.$$

В качестве примера приведу сделанную мною обработку снимков Бааде, произведенных на 100" рефлекторе обсерватории на горе Вилсон на пластинках  $\text{H}\alpha$  Special, весьма чувствительных к красным лучам, и на пластинках Imperial Eclipse. Снимки относятся к области неба  $l = 329^\circ$ ;  $b = -4^\circ$ , занятой ярким облаком в созвездии Стрельца, вблизи от центра галактики. Можно принять, что  $\lambda_1 = 0,43 \mu$ ;  $\lambda_2 = 0,65 \mu$ . Экспозиции  $t_1$  и  $t_2$  подобраны так, что звезды типа  $F7$  одинаково интенсивны на обеих пластинках. Подсчеты дали в среднем

$$N_2 = 10N_1.$$

По нашим формулам находим, что

$$\Delta C_{J_{1,2}} = 2,5$$

и затем, если пренебречь небольшой поправкой  $\Delta$ , что

$$\Delta C_{I_{1,3}} = 1,6 \quad (\lambda_3 = 0,55 \mu).$$

Поскольку  $CI^*$  для спектрального типа  $F7$  равно 0,52, что соответствует температуре  $6200^\circ$ , находим, что

$$CI_{1,3} = 2,12.$$

Принимая, что Млечный Путь отличается нормальным колор-индексом в 0,6, что также соответствует колор-индексу для центральных и средних частей туманности Андромеды, чрезвычайно сходной с нашей галактикой (спектральный тип, близкий к  $G0$ ), находим для колор-эксцесса

$$CE = 1,5.$$

Переходный фактор к полному поглощению составляет

$$K = 0,43^{-1}(0,43^{-1} - 0,55^{-1})^{-1} = 4,6.$$

Поэтому полное поглощение в направлении на центр галактики оказывается равным

$$\text{abs.} = 6,9 \text{ зв. величин.}$$

По моему мнению, указанный способ может быть легко применен для определения колор-эксцесса, а следовательно, и поглощения в направлении на другие звездные облака нашей галактики.

Поступило  
23 V 1940

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

B. J. V o k, Star Counts, Trans. of the Intern. Astron. Union, VI, p. 446.