

О ЗАВИСИМОСТИ ПОЛНОЙ МАССЫ ЗВЕЗД В ЕДИНИЧНОМ ОБЪЕМЕ ОТ ВРЕМЕНИ ИХ ЭВОЛЮЦИИ

Изучение функции светимости $\varphi_i(M)$ в окрестностях Солнца дает возможность определить функцию звездообразования, рассчитанную на единичный интервал логарифма масс, $\Psi_i(\lg \mathfrak{M})$. Для звезд, относящихся к главной последовательности, используя зависимость масса—светимость в виде $\lg \mathfrak{M} = a_i + b_i M$, мы можем найти $\Psi_i(\lg \mathfrak{M})$ по известной $\varphi_i^{MS}(M)$ с помощью соотношений

$$\Psi_i(\lg \mathfrak{M}) = \frac{\varphi_i^{MS}(M)}{b_i t_i} \quad \text{при } t_i < \Delta t,$$

и

$$\Psi_i(\lg \mathfrak{M}) = \frac{\varphi_i^{MS}(M)}{b_i \Delta t} \quad \text{при } t_i \geq \Delta t,$$

где t_i — время жизни звезды данной массы на главной последовательности и Δt — промежуток времени от начала звездообразования в окрестностях Солнца до настоящего времени.

Как показывают подсчеты, функция $\Psi_i(\lg \mathfrak{M})$ в широком интервале изменения масс оказывается пропорциональной $1/\mathfrak{M}$. (Это равносильно тому, что обычно используемая в теоретических исследованиях функция звездообразования $\Psi_i(\mathfrak{M})$, рассчитанная на единичный интервал масс, пропорциональна $1/\mathfrak{M}^2$).

На рис. 1 точками указаны значения $\Psi_i(\lg \mathfrak{M})$, полученные по данным из [1], с использованием функции светимости, найденной по подсчетам звезд в шкале визуальных абсолютных величин $\varphi_i(M_V)$ (для M_V от -4^m до $+9^m$, что соответствует интервалу изменения \mathfrak{M}_i от ≈ 20 до $0.6 \mathfrak{M}_\odot$). Значения b_i были взяты, согласно [2], равными 0.1205 для звезд с $M \leq 0^m$ и 0.0784 для $M > 0^m$. Выделение звезд главной последовательности из общего числа звезд производилось с помощью соотношения $\varphi_{MS}/\varphi_{\text{полн.}}$, приведенного в [3]. Как видно из рис. 1, полученные $\Psi_i(\lg \mathfrak{M})$ в указанном интервале изменения масс достаточно хорошо представляются линейной зависимостью

$$\Psi_i(\lg \mathfrak{M}) = 7.76 \cdot 10^{-12} \mathfrak{M}_i^{-1},$$

$$\pm 0.25$$

численные коэффициенты которой были вычислены нами, и которая изображена на рисунке сплошной линией.

Подобное же начальное распределение звезд по массам ($\Psi_i(\mathfrak{M}) \sim 1/\mathfrak{M}^2$, т. е. $\Psi_i(\lg \mathfrak{M}) \sim 1/\mathfrak{M}$) было получено в [4] из теоретических соображений о характере фрагментации дозвездного газово-пылевого облака при образовании в нем звезд.

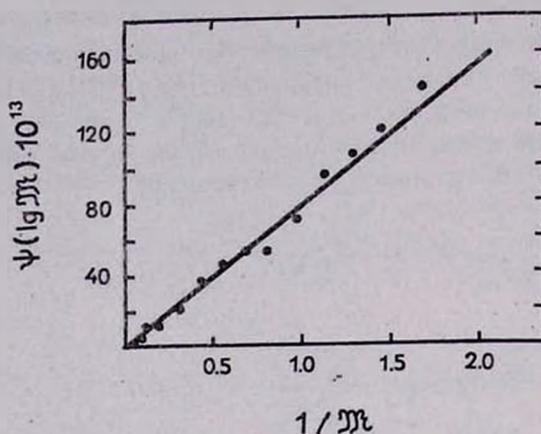


Рис. 1.

При указанном выше законе изменения $\Psi_i(\lg \mathfrak{M})$ с \mathfrak{M}_i (и при предположении, что Ψ_i не меняется с течением времени) полная масса вещества в единице объема, рассчитанная на единичный интервал логарифма масс, $M'_d = \varphi_i^{MS}(M) \cdot \mathfrak{M}_i / b_i$, оказывается величиной, весьма просто зависящей от времени пребывания звезд данной массы на главной последовательности t_i . Для звезд, у которых $t_i < \Delta t$, $M'_d = \Psi_i(\lg \mathfrak{M}) \mathfrak{M}_i \cdot t_i$, пропорциональна t_i , для звезд с $t_i \geq \Delta t$, $M'_d = \Psi_i(\lg \mathfrak{M}) \mathfrak{M}_i \Delta t = \text{const}$. Точка излома зависимости $M'_d(t_i)$ может нам указать время начала звездообразования в солнечных окрестностях (предполагая темп звездообразования постоянным).

На рис. 2 приведена зависимость M'_d от t_i для звезд главной последовательности, полученная по найденным выше $\Psi_i(\lg \mathfrak{M})$. Времена жизни звезд различных масс взяты по данным [5]. Как видно из рисунка, действительно, для $t_i < \Delta t$ величина M'_d примерно пропорциональна t_i , а для $t_i \geq \Delta t$ — постоянна. Значение Δt , найденное из чертежа, составляет приблизительно $5.3 \cdot 10^9$ лет.

Построение подобных зависимостей для звездных скоплений, при наличии для них достаточно надежно определенных функций светимости, могло бы позволить оценить для данного скопления момент начала звездообразования, а также момент прекращения или резкого уменьшения скорости звездообразования. В качестве примера нами

рассмотрено скопление промежуточного возраста NGC 6866, исследованное в [6]. В табл. 1 дана функция светимости этого скопления $\varphi(M_V)$, построенная по подсчетам в единичных интервалах звездных величин, со сдвигом между соседними интервалами на 0^m1 .

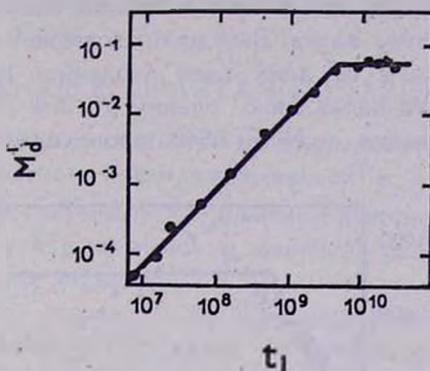


Рис. 2.

Приведенная в таблице функция светимости и вычисленное далее с ее помощью M_d даются в относительных единицах, так как $\varphi(M_V)$ рассчитана для всего скопления, а не для единичного объема.

Таблица 1

V	$\varphi(M_V)$	V	$\varphi(M_V)$	V	$\varphi(M_V)$	V	$\varphi(M_V)$
10 ^m 5	0.9	11 ^m 5	9.8	12 ^m 5	31.5	13 ^m 5	66.0
10.6	0.9	11.6	14.7	12.6	33.6	13.6	65.3
10.7	0.9	11.7	17.4	12.7	35.6	13.7	64.0
10.8	3.2	11.8	18.9	12.8	40.1	13.8	57.8
10.9	4.1	11.9	20.7	12.9	42.7	13.9	51.6
11.0	6.9	12.0	20.0	13.0	49.8	14.0	52.0
11.1	7.4	12.1	24.6	13.1	53.8	14.1	48.0
11.2	7.8	12.2	24.2	13.2	54.2	14.2	56.0
11.3	6.2	12.3	27.4	13.3	58.6	14.3	45.0
11.4	9.3	12.4	26.6	13.4	86.4		

Видимый модуль расстояния для скопления был взят согласно [6]. Функция светимости построена только по измерениям звезд до $V = 14^m8$, хотя фотометрия проводилась до $V = 15^m40$, так как для звезд слабее 14^m8 фотометрические измерения не могут быть исчерпывающими. При построении функции светимости гиганты не были

исключены из рассмотрения, однако их в скоплении NGC 6866 сравнительно мало, согласно [6, 7], и они не могут существенно повлиять на вид функции $M_d(t_i)$. Зависимость M_d от t_i для скопления NGC 6866, полученная на рис. 3, несмотря на некоторую ненадежность в определении функции светимости, вполне естественную для скоплений, показывает, что начало звездообразования имело место приблизительно $1.3 \cdot 10^9$ лет тому назад. Звездообразование в скоплении прекратилось к моменту $t_i \approx 2 \cdot 10^9$ лет. Учет эволюции ярких членов скопления может повысить последнюю оценку до $\approx 4 \cdot 10^8$ лет. Таким образом, звездообразование в NGC 6866 происходило в течение почти миллиарда лет.

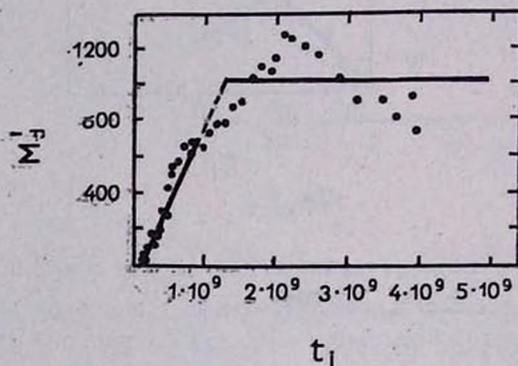


Рис. 3.

Полученные выводы носят предварительный характер и требуют дальнейшей проверки с использованием более обширного наблюдательного материала по скоплениям разного возраста.

On the dependence of total mass of stars in an unit volume on the time of their evolution. The dependence of the distribution of the total mass of stars in an unit volume (M_d) on their main sequence lifetimes (t_i) makes it possible to estimate the times of the outset and the termination of star formation in the stellar aggregates. It is found, that the age of galactic cluster NGC 6866 is about $1.3 \cdot 10^9$ years; the star formation lasted nearly 10^9 years.

17 июля 1972

Уральский университет,
обсерватория

П. Е. ЗАХАРОВА
М. А. СВЕЧНИКОВ

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. К. У. Аллен, *Астрофизические величины*, ИЛ. М., 1960.
2. М. А. Свечников, *Каталог орбитальных элементов, масс и светимостей тесных двойных звезд*, Уч. зап. Ур. ГУ № 88, сер. астрон., вып. 5, 1969.

3. М. Шварцшильд. Стрoение и эволюция звезд, ИЛ., М, 1961.
4. E. P. Belserene, Observatory, 90, 237, 1970.
5. U. Lindoff, Ark. Astron., 5, № 1, 1967.
6. К. А. Бархатова, П. Е. Захарова, Уч. зап. УрГУ № 93, сер. астроном., вып. 6, 3, 1970.
7. U. Lindoff, Medd. Lund Obs., Ser. 1, № 227, 1968.

ОБ ОЦЕНКЕ ВОЗРАСТА СКОПЛЕНИЯ α PER

В работе [1] было показано, что изучение полной массы звезд, находящихся на главной последовательности в каком-либо звездном скоплении (M_d), рассчитанной на единичный интервал логарифма массы, позволяет нам получить сведения о моментах начала и конца звездообразования в данном скоплении.

Действительно, пусть $\Psi_i(\lg \mathfrak{M})$ — функция звездообразования, рассчитанная на единичный интервал логарифма масс, t_i — время пребывания звезды с массой \mathfrak{M}_i на главной последовательности, t_n и t_k — соответственно, моменты начала и конца звездообразования, отсчитываемые от настоящего времени $t = 0$. Тогда $M_d' = \int_0^{t_i} \Psi(\lg \mathfrak{M}) \mathfrak{M} dt$, где

$\Psi(\lg \mathfrak{M})$ отлична от 0 в интервале от t_k до t_n . Принимая, согласно [1, 2], что $\Psi(\lg \mathfrak{M}) = c \mathfrak{M}^{-1}$, мы получаем следующие результаты:

1) при $t_i < t_k$ $M_d' = 0$;

2) при $t_k < t_i < t_n$ $M_d' = \int_{t_k}^{t_i} \Psi(\lg \mathfrak{M}) \mathfrak{M} dt = c(t_i - t_k)$, т. е. изменяется пропорционально $\Delta t_i = t_i - t_k$;

3) при $t_i > t_n$ (и при $\tau_i < t_k$, где τ_i — время гравитационного сжатия звезды до выхода ее на главную последовательность)

$$M_d' = \int_{t_k}^{t_n} \Psi(\lg \mathfrak{M}) \mathfrak{M} dt = c(t_n - t_k) = \text{const};$$

4) в случае, когда $t_k < \tau_i < t_n$ (и $t_i > t_n$),

$$M_d' = \int_{\tau_i}^{t_n} \Psi(\lg \mathfrak{M}) \mathfrak{M} dt = c(t_n - \tau_i), \text{ т. е. } M_d' \sim \Delta \tau_i = t_n - \tau_i;$$

5) и, наконец, когда $\tau_i > t_n$, $M_d' = 0$.