

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 12

МАЙ, 1976

ВЫПУСК 2

ЗАВИСИМОСТЬ АБСОЛЮТНЫХ ВЕЛИЧИН (ЭНЕРГИЙ) ВСПЫШЕК ОТ ВОЗРАСТА СКОПЛЕНИЯ, В КОТОРОЕ ВХОДЯТ ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ

Э. С. ПАРСАМЯН

Поступила 24 февраля 1976

Приводятся зависимости между Δm_0 и m_0 для агрегатов Ориона, NGC 7000, Плеяд и Ясель. Вычислены значения максимальных абсолютных величин вспышек для звезд различных светимостей по формуле $M_{\text{всп}} = -2.5 \lg (10^{-0.4M_{\text{всп}}} - 10^{-0.4M})$ (табл. 2). Показано, что величины вспышек могут быть ограничены прямой, которая дает представление о распределении максимальных значений амплитуд для звезд различных светимостей в агрегате. Приводятся (табл. 3) параметры k и m_0 , характеризующие эти прямые для агрегатов Ориона, NGC 7000, Плеяд и Ясель и их зависимость от возраста. Из связи между k (угловой коэффициент прямой) и $\lg T$ для агрегатов, для которых известно T , можно определить возраст агрегатов, в которых наблюдалось большое количество вспыхивающих звезд (рис. 5). Из зависимости между $M_{\text{всп}}$ и $\lg T$ (рис. 6) для агрегатов Ориона, Плеяд и Ясель можно определить возраст отдельных вспыхивающих звезд, для которых известно большое количество пронаблюдаемых вспышек. Таким путем определен возраст вспыхивающих звезд в окрестности Солнца (табл. 5). Показано, что возраст UVCeI на порядок больше возраста остальных звезд.

1. *Зависимость между верхней границей амплитуды вспышек и светимостью звезд для различных скоплений.* К настоящему времени накопилось достаточное количество данных о вспыхивающих звездах в ассоциации Ориона, NGC 7000 и в скоплениях Плеяд и Ясель. На основе новых данных [1—31] были построены диаграммы, где на оси ординат нанесены значения амплитуд вспышек Δm_0 , а на оси абсцисс ультрафиолетовые величины самих вспыхивающих звезд (рис. 1—4). Из полученных таким образом зависимостей между Δm_0 и m_0 получены нижние оценки верхних границ наблюдаемых в данном скоплении величин Δm_0 для различных значений m_0 . Исползованные данные получены при экспозициях 10—15 минут в ультрафиолетовых лучах и ≤ 5 минут в фотографических [1—31]. Для ассоциации Ориона и Плеяд в основном были использованы наблю-

дения в ультрафиолетовых лучах. В тех случаях, когда данная вспыхвающая звезда наблюдалась преимущественно в фотографических лучах и величины Δm_u и m_u были неизвестны, они определялись из приближенных соотношений, полученных на основе наблюдений вспышек электрофотометрическим методом в двух цветах:

$$m_u = m_{pg} \pm 1^m0, \quad \Delta m_u = \Delta m_{pg} \pm 1^m5, \quad \text{если } \Delta m_{pg} > 1^m0$$

$$\Delta m_u = \Delta m_{pg} + 1^m0, \quad \text{если } \Delta m_{pg} < 1^m0,$$

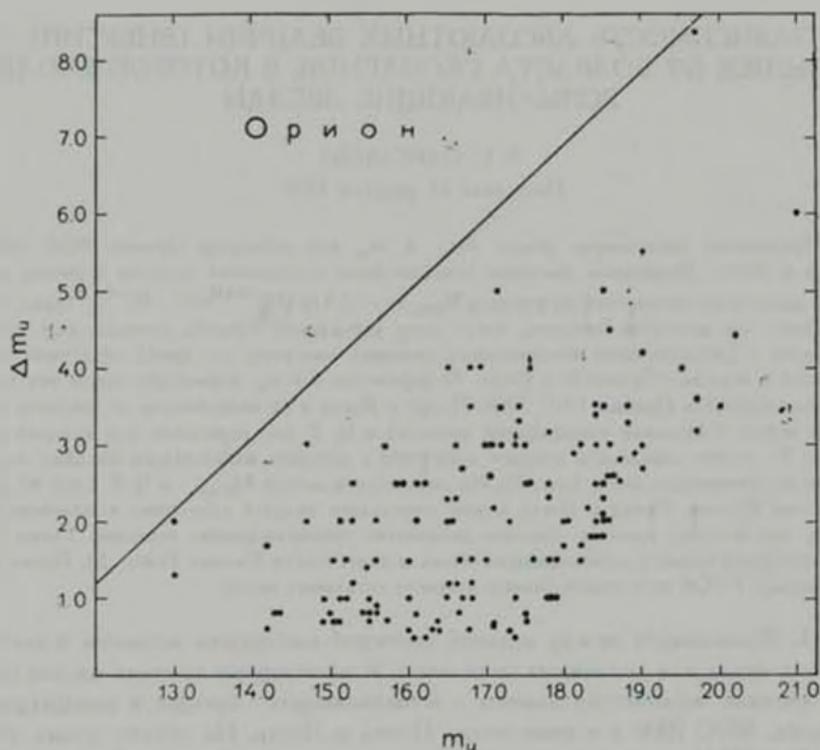


Рис. 1. Зависимость максимальных амплитуд вспышек Δm_u от m_u для ассоциации Ориона.

В скобках обозначены максимально ожидаемые амплитуды для звезд тех светимостей, для которых еще нет наблюдательных данных.

2. Зависимость верхних границ светимостей вспышек от нормальных светимостей звезд для различных скоплений. Имея максимальные значения

амплитуд вспышек, можно определить максимальные абсолютные величины самих вспышек для звезд различных абсолютных яркостей по формуле

$$M_{\text{всп.}} = -2.5 \lg (10^{-0.4M_u \text{ max}} - 10^{-0.4M_u}).$$

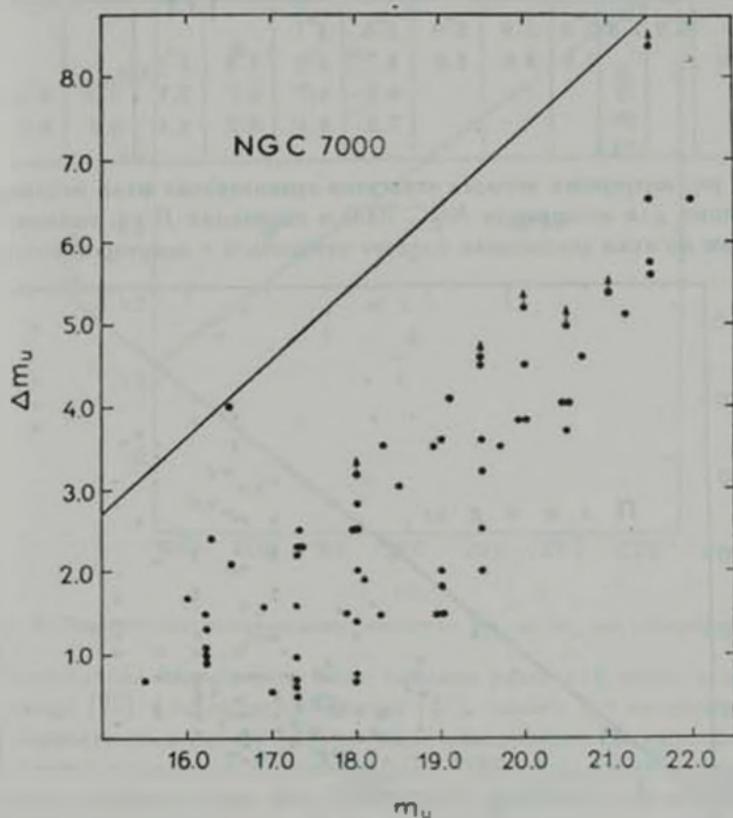


Рис. 2. Зависимость максимальных амплитуд Δm_u от m_u для ассоциации NGC 7000.

Таблица 1
МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ Δm_u ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ m_u

Скопления	m_u	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Орион		2 ^m 2	3 ^m 1	4 ^m 1	5 ^m 0	6 ^m 0	6 ^m 9	7 ^m 9	(8 ^m 8)	(9 ^m 8)	
NGC 7000					3.6	4.6	5.5	6.4	7.3	8.3	(8 ^m 8)
Плэяды			2.2	3.0	3.9	4.7	5.5	6.3	7.1	7.9	(8.8)
Ясли					2.4	3.1	3.9	4.7	5.4	6.2	(7.0)

Таблица 2

МАКСИМАЛЬНЫЕ АБСОЛЮТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ВСПЫШЕК

Скоп- ления	M_u	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Орион		2^{m_9}	2^{m_8}	2^{m_8}	2^{m_9}	2^{m_9}	3^{m_0}	3^{m_1}					
NGC 7000				3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3^{m_8}	3^{m_9}			
Плеяды							6.5	6.7	6.9	7.1	7^{m_3}	7^{m_5}	(7^{m_7})
Ясли							7.8	8.1	8.2	8.4	8.7	8.9	(9.1)

Из рассмотренных четырех агрегатов сравнительно мало наблюдательных данных для ассоциации NGC 7000 и скопления Ясли, поэтому к результатам по этим скоплениям следует относиться с некоторой осторожностью.

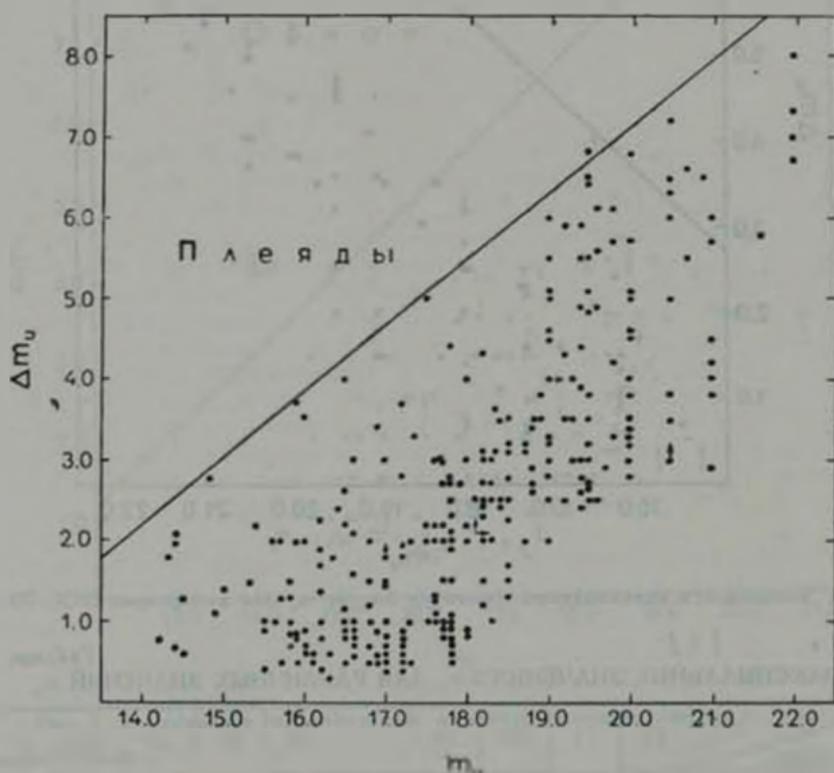


Рис. 3. Зависимость максимальной амплитуд Δm_u от m_u для скопления Плеяды.

стью. В среднем во всех четырех агрегатах наблюдается некоторое уменьшение абсолютной яркости максимальной вспышки с уменьшением абсолютной яркости вспыхивающей звезды, т. е. с уменьшением массы звезды. При

втом несколько уменьшается и абсолютная яркость максимальной вспышки. Чем массивнее звезды, тем энергетичнее их вспышки с максимальной амплитудой.

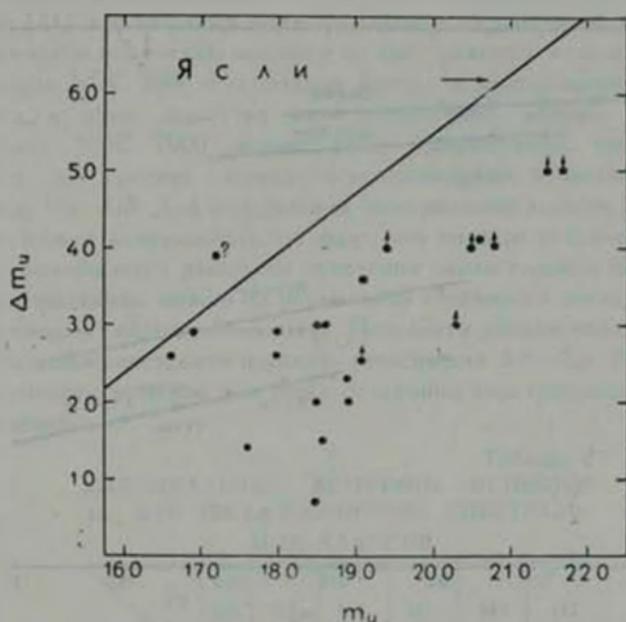


Рис. 4. Зависимость максимальных амплитуд Δm_u от m_u для скопления Ясая.

Аналогичная зависимость была найдена ранее для звезд в окрестности Солнца [32] и ассоциации Ориона [33], однако для скопления Плеяд такая зависимость в работе [33] не была обнаружена. Из табл. 2 следует, что в случае ассоциаций Ориона и NGC 7000 абсолютная максимальная светимость вспышек очень мало меняется в диапазоне абсолютных светимостей равном 6—7 звездным величинам. Что касается скоплений Плеяд и Ясель, то здесь наблюдается заметное изменение абсолютной светимости вспышек с изменением светимости звезды (рис. 5).

Особенно это заметно начиная с абсолютных светимостей $M_u = 12^m$, что соответствует в скоплении Плеяд и Ясель звездам типа М.

Исходя из сказанного можно думать, что у звезд типа М изменение абсолютной величины вспышки со светимостью происходит быстрее, чем у звезд спектральных типов G—K.

3. Зависимость параметров, характеризующих распределение вспышек на диаграмме $\Delta m_u - m_u$ от возраста скопления. Как видно из диаграмм $\Delta m_u - m_u$ (рис. 1—4), величины вспышек для каждого скопления огра-

ничен прямой, которая проведена на каждой диаграмме и которая дает представление о распределении максимальных значений амплитуд для звезд различных светимостей.

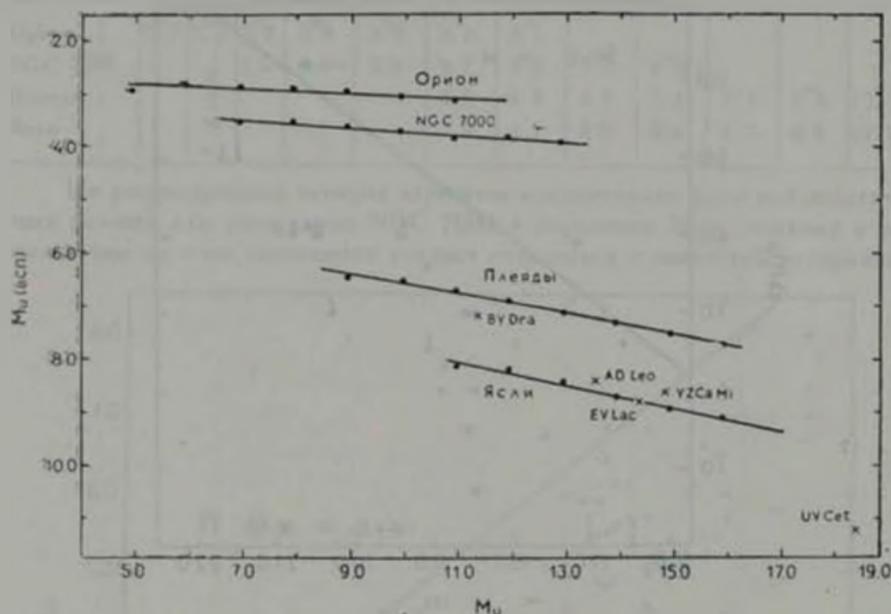


Рис. 5. Зависимость максимальных абсолютных светимостей вспышек $M_{u,всп}$ от абсолютных светимостей звезд в агрегатах Ориона, NGC 7000, Плеяд и Ясень и звезд в окрестности Солнца.

Рассмотрим параметры, характеризующие эту прямую для скоплений разных возрастов. Представим уравнение этих прямых в виде $\Delta m_u = k(m_u - m_{u0})$, где k — угловой коэффициент, m_{u0} — значение m_u , при котором $\Delta m_u = 0$, т. е. точка пересечения с осью абсцисс. В табл. 3 приведены значения параметров m_{u0} и k для различных скоплений.

Таблица 3

Скопления	m_{u0}	M_{u0}	k	Sp
Орион	$10^m 7$	$2^m 6$	0.96	G5
NGC 7000	12.0	3.1	0.91	G6-G8
Плеяды	11.3	5.8	0.82	G8
Ясень	13.0	7.1	0.78	K1-K2

Как видно из табл. 3, параметры m_{00} и k изменяются с возрастом скоплений.

В табл. 3 приводятся также абсолютные светимости звезд $M_{\text{в}0}$ и соответствующие им спектральные классы. Для ассоциации Ориона и скопления Плеяд [21] эти значения были определены из диаграмм, представляющих зависимость амплитуды вспышки от спектрального класса. Что касается ассоциации NGC 7000 и скопления Ясель, то относительно вспыхивающих звезд в этих агрегатах нет достаточных данных о спектрах. Относительно NGC 7000 можно лишь предполагать, что спектральный класс на границе между вспыхивающими и не вспыхивающими будет между G6—G8. Для определения спектральных классов звезд скопления Ясель можно использовать тот факт, что по мере увеличения возраста скопления уменьшается рассеяние скопления около главной последовательности. Следовательно, можно по нормальной светимости звезды определить соответствующий спектральный класс. Используя данные табл. 1, для скопления Ясли можно построить искомую зависимость $\Delta m - Sp$. В табл. 4 приводятся величины вспышек для звезд различных спектральных классов для трех скоплений.

Таблица 4
МАКСИМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ВСПЫШЕК $\Delta m_{\text{в}}$ ДЛЯ ЗВЕЗД РАЗЛИЧНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ

Скоп- ление \ Sp	K0	K3	K5	M1	M4	M7
Орион	3 ^m 0	5 ^m 0	6 ^m 5	(9 ^m 3)		
Плеяды		2.5	3.8	6.1	8 ^m 4	(9 ^m 7)
Ясли			(2.0)	(3.8)	(5.0)	(7.4)

4. *Возможность относительного определения возраста отдельных вспыхивающих звезд. Возрасты звезд в окрестности Солнца.* Полученные из основе наблюдательных данных значения k для различных скоплений, для которых известен возраст, позволяет найти зависимость k от возраста скопления T и в дальнейшем по этой зависимости определять возраст скоплений, в которых пронаблюдено большое количество вспыхивающих звезд. Для этого по значениям k для ассоциации Ориона и скоплений Плеяд и Ясли были построены зависимости k от $\lg T$ (рис. 6). Теперь, имея из табл. 3 значение k для ассоциации NGC 7000, можно определить ее возраст. Он оказался равным $2 \cdot 10^4$ лет, что хорошо согласуется с наличием в этом агрегате звезд типа Т Тельца.

Возраст отдельных вспыхвающих звезд также можно определить, если пронаблюдено большое количество вспышек, позволяющих определить величину $M_{\text{всп}}$ (для максимальной вспышки). Для этого по данным табл. 2 были построены зависимости между $M_{\text{всп}}$ и $\lg T$ для различных M_0 для ассоциации Орнона и скоплений Плеяд и Ясель (рис. 6). Зная M_0 для максимальной вспышки легко определить из этой зависимости возраст звезды. По значениям $M_{\text{всп}}$ для различных M_0 можно определить и возраст скоплений, но в этом случае необходимо знать расстояние до скопления.

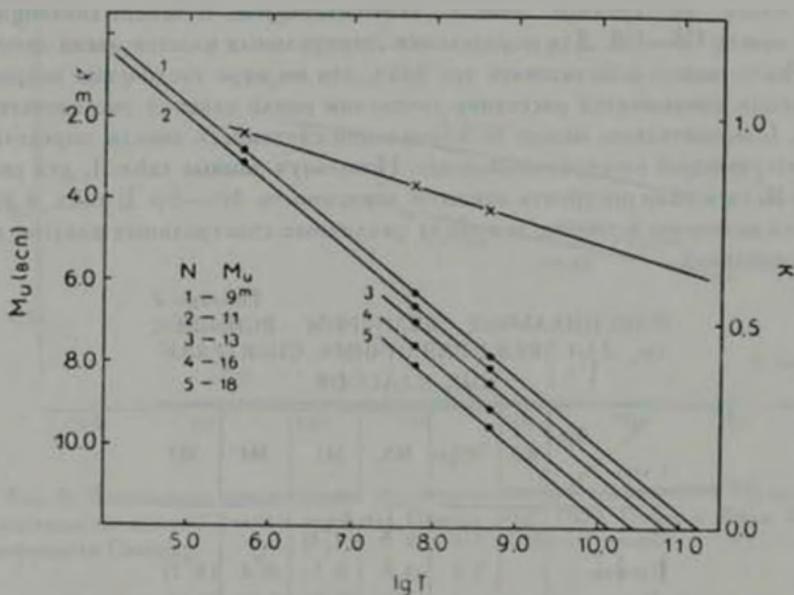


Рис. 6. Зависимость величины k от $\lg T$ и зависимость максимальной абсолютной светимости вспышек $M_{\text{всп}}$ от $\lg T$.

Благодаря большому количеству зарегистрированных вспышек ($n=96$), можно оценить возраст вспыхвающей звезды HD 2411—члена скопления Гнад. Ее возраст оценивается равным $1.1 \cdot 10^7$ лет. Возраст вспыхвающей ВЗП 18, проектирующей на скопление Плеяд ($n=43$), получается равным $2.5 \cdot 10^7$ лет.

Этот же метод позволяет оценить возраст вспыхвающих звезд в окрестности Солнца. Последнее представляет интерес для решения вопроса, имеют ли вспыхвающие звезды в окрестности Солнца общее происхождение. В табл. 5 приводятся значения $M_{\text{всп}}$ для звезд в окрестности Солнца, для которых имеется большое количество электрофотометрических наблюдений.

На рис. 5 приводятся зависимости M_{max} от M_{c} для этих звезд. В последнем столбце табл. 5 приводятся определенные вышеназванным методом возрасты наиболее изученных вспыхающих звезд в окрестности

Таблица 5

Звезды	m_{c}	Δm_{c}	M_{c}	M_{max}	T (лет)
BY Dra	$10^{\text{m}7}$	$4^{\text{m}3}$	$11^{\text{m}4}$	$7^{\text{m}1}$	$1.1 \cdot 10^6$
AD Leo	12.0	5.2	13.6	8.4	$4.8 \cdot 10^6$
EV Lac	12.9	5.6	14.4	8.8	$5.6 \cdot 10^6$
YZ CMi	13.8	6.3	14.9	8.6	$3.5 \cdot 10^6$
UV Cet	15.6	7.4	18.5	11.2	$4.5 \cdot 10^6$

Солнца. Возраст звезды UV Cet оказался на порядок больше остальных. Возраст остальных звезд также имеет разброс больший, чем можно ожидать для членов одного скопления. Если предположить, что эти звезды члены одного скопления, то для них $k=0.66$ и возраст получается равным $3 \cdot 10^{10}$ лет!

Гюрианская астрофизическая
обсерватория

DEPENDENCE OF ABSOLUTE MAGNITUDES (ENERGIES) OF FLARES ON THE CLUSTER'S AGE CONTAINING FLARE STARS

E. S. PARSAMIAN

The relation between Δm_{c} and m_{c} for aggregates of Orion, NGC 7000, Pleiades and Praesepe are given. The maximal absolute magnitudes of flares for the stars of different luminosities are calculated by the formula $M_f = -2.5 \lg(10^{-0.4k M_{\text{max}}} - 10^{-0.4M})$ (Table 2). It is shown that the value of flares can be limited by the straight lines, which render an idea about the distribution of maximal value of amplitudes of flares in the stars of different luminosities. The parameters k and m_{c} , which characterize those straight lines for the aggregates of Orion, NGC 7000, Pleiades and Praesepe and their dependence on age are given. From the relation between k (the angular coefficient) and $\lg T$ for the aggregates with known T the age of the aggregates is possible to define, if a good number of flare stars are observed in them (fig. 5). From a relation between M_{c} and $\lg T$ (Fig. 6) for the aggregates of Orion, Pleiades and Praesepe the age of individual flare stars is possible to evaluate if a good number of flares are known in them.

Thus the ages of some flare stars of solar vicinity are defined (table 5). It is shown, that UV Cet is older than other stars by about one order.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Haro, Stars and Stellar Systems, 7, ed. B. C. Middlehurst and L. H. Aller, University of Chicago Press, 1969, p. 141.
2. G. Haro, E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, 31, 23, 1969.
3. E. Parsamian, E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, 31, 35, 1969.
4. G. Haro, E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, 34, 23, 1970.
5. G. Haro, E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, 34, 181, 1970.
6. G. Haro, G. Gonzalez, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, 34, 191, 1970.
7. G. Haro, G. Gonzalez, Bol. Obs. Tonantzintla, 6, 38, 149, 1972.
8. G. Haro, E. Chavira, G. Gonzalez, Bol. Inst. Tonantzintla, 1, 1, 3, 1973.
9. G. Haro, E. Chavira, Bol. Int. Tonantzintla, 1, 1, 17, 1973.
10. L. Rosino, Contr. Obs. Asiago, No. 189, 1966.
11. L. Rosino, L. Pigatto, Contr. Obs. Asiago, No. 231, 1969.
12. L. Pigatto, L. Rosino, Contr. Obs. Asiago, No. 246, 1971.
13. L. Pigatto, L. Rosino, Contr. Obs. Asiago, No. 266, 1971.
14. L. Pigatto, L. Rosino, Contr. Obs. Asiago, No. 273, 1973.
15. L. Pigatto, IBVS, No. 775, 1973.
16. L. Pigatto, L. Rosino, Contr. Obs. Asiago, No. 295, 1974.
17. В. А. Амбарцумян, А. В. Мирзоян, Э. С. Парсмян, О. С. Чавушян, А. К. Ерастова, *Астрофизика*, 6, 7, 1970.
18. В. А. Амбарцумян, А. В. Мирзоян, Э. С. Парсмян, О. С. Чавушян, А. К. Ерастова, *Астрофизика*, 7, 319, 1971.
19. В. А. Амбарцумян, А. В. Мирзоян, Э. С. Парсмян, О. С. Чавушян, А. К. Ерастова, Э. С. Казарян, Г. Б. Оганян, *Астрофизика*, 8, 485, 1972.
20. В. А. Амбарцумян, А. В. Мирзоян, Э. С. Парсмян, О. С. Чавушян, А. К. Ерастова, Э. С. Казарян, Г. Б. Оганян, И. Янкович, *Астрофизика*, 9, 461, 1973.
21. Э. С. Парсмян, *Сообщ. Бюраканской обсерв.*, 44, 3, 1972.
22. Э. С. Парсмян, *Сообщ. Бюраканской обсерв.*, 46, 3, 1975.
23. Э. С. Парсмян, *Сообщ. Бюраканской обсерв.* (в печати).
24. Л. К. Ерастова, М. К. Тsvetkov, IBVS, No. 909, 1974.
25. М. К. Тsvetkov, Н. С. Чавушян, К. Р. Тsvetkova, IBVS, No. 938, 1974.
26. М. К. Тsvetkov, Л. К. Ерастова, К. Р. Тsvetkova, IBVS, No. 1002, 1975.
27. I. Jankovitch, IBVS, No. 839, 1973.
28. И. Янкович, Кандидатская диссертация, Ереван, 1974.
29. L. G. Balazs, R. A. Vardanian, IBVS, No. 493, 1970.
30. L. G. Balazs, M. Kun, G. Szecsenyi-Nagy, IBVS, No. 803, 1973.
31. W. Gotz, IBVS, No. 771, 1973.
32. Р. Е. Гершберг, П. Ф. Чутайнов, *Изв. КрАО*, 40, 7, 1969.
33. В. И. Краснобабцев, Р. Е. Гершберг, *Изв. КрАО*, 53, 154, 1975.