

МЕДЛЕННАЯ ВСПЫШКА В ПЛЕЯДАХ

Э. С. ПАРСАМЯН

Поступила 18 августа 1971

В течение наблюдений Плеяд на 40" телескопе Шмидта Бюраканской обсерватории была обнаружена одна медленная и две быстрые вспышки у звезды № 103. Время подъема до максимума равнялось ~40 мин; а общая продолжительность была около 5 час.

Величины яркости приведены в табл. 1 и 2, а фотографии вспышки на рис. 1. Выполнен статистический анализ числа премаксимальных изображений вспыхивающих звезд разных экспозиций в Плеядах и в Орионе. Проведено сравнение между медленными вспыхивающими в Орионе и в Плеядах.

Подразделение звездных вспышек на быстрые и медленные было сделано Г. Аро [1] после того, как у вспыхивающих звезд в ассоциации Ориона были обнаружены медленные вспышки, при которых в отличие от обыкновенных „быстрых“ вспышек подъем блеска происходит за время порядка 30—40 мин и больше. Согласно концепции В. А. Амбарцумяна [2], это соответствует случаям, когда освобождение энергии вспышки происходит в глубоких слоях фотосферы звезды. Малочисленность звезд, у которых наблюдались медленные вспышки (7 звезд в Орионе) [3], свидетельствует о том, что вероятность медленной вспышки намного меньше, чем быстрой.

Тот факт, что до сих пор не была обнаружена ни одна медленная вспышка в Плеядах, казалось, говорил о том, что кроме малой вероятности появления медленной вспышки здесь, по-видимому, играет роль и возраст звезд. Однако обнаружение нами на метровом телескопе системы Шмидта первой медленной вспышки у звезды № 103 (эта вспышка параллельно наблюдалась и на 21" телескопе Л. К. Ерастовой) показало, что, хотя и с гораздо меньшей вероятностью, в Плеядах могут встречаться медленные вспышки.

Вспыхивающая звезда № 103 была открыта нами совместно с Э. Чавирой в Тонанцинтла [4] как быстрая вспыхивающая. После того, как нами была обнаружена медленная вспышка, мы вновь просмотрели большую часть коллекции бюраканских снимков Плеяд и нашли на наших пластинках еще три быстрые вспышки этой звезды с небольшими амплитудами. В табл. 1 приведены данные о всех вспышках этой звезды, обнаруженных нами в Бюракане. Для полноты картины в табл. 1 включена и вспышка, обнаруженная в Тонанцинтла.

Таблица 1

| № | m_{pg} | Дата | Телескоп | Обсерватория |
|---|--------------------|----------|----------|--------------|
| 1 | 0 ^m .8U | 16.12.68 | 26" | Тонанцинтла |
| 2 | 1.2 | 18.08.69 | 40 | Бюракан |
| 3 | 0.6 | 9.01.70 | 40 | Бюракан |
| 4 | 2.2 | 2.09.70 | 40 | Бюракан |
| | | | 20 | Бюракан |

Вспышка № 4 и есть упомянутая выше медленная вспышка. На рис. 1 приводятся ее фотографии. Ниже, в табл. 2, приводятся данные об этой вспышке.

Таблица 2

| № эксп. | У. Т. | m_{pg} | № эксп. | У. Т. | m_{pg} |
|---------|---------------------------------|--------------------|---------|---------------------------------|----------|
| 1 | 21 ^h 09 ^m | 16 ^m .2 | 15 | 23 ^h 09 ^m | 15.2 |
| 2 | 14 | 16.2 | 17 | 14 | 15.2 |
| 3 | 19 | 16.2 | 18 | 19 | 15.2 |
| 4 | 25 | 16.2 | 19 | 26 | 15.2 |
| 5 | 31 | 16.2 | 20 | 32 | 15.2 |
| 6 | 57 | 15.5 | 21 | 46 | 15.2 |
| 7 | 03 | 15.3 | 22 | 51 | 15.3 |
| 8 | 09 | 15.0 | 23 | 57 | 15.3 |
| 9 | 14 | 14.2 | 24 | 02 | 15.3 |
| 10 | 20 | 14.0 | 25 | 07 | 15.4 |
| 11 | 22 34 | 14.2 | 26 | 00 23 | 15.5 |
| 12 | 39 | 14.6 | 27 | 29 | 15.5 |
| 13 | 44 | 14.7 | 28 | 34 | 15.5 |
| 14 | 50 | 14.8 | 29 | 39 | 15.6 |
| 15 | 55 | 14.9 | | | |

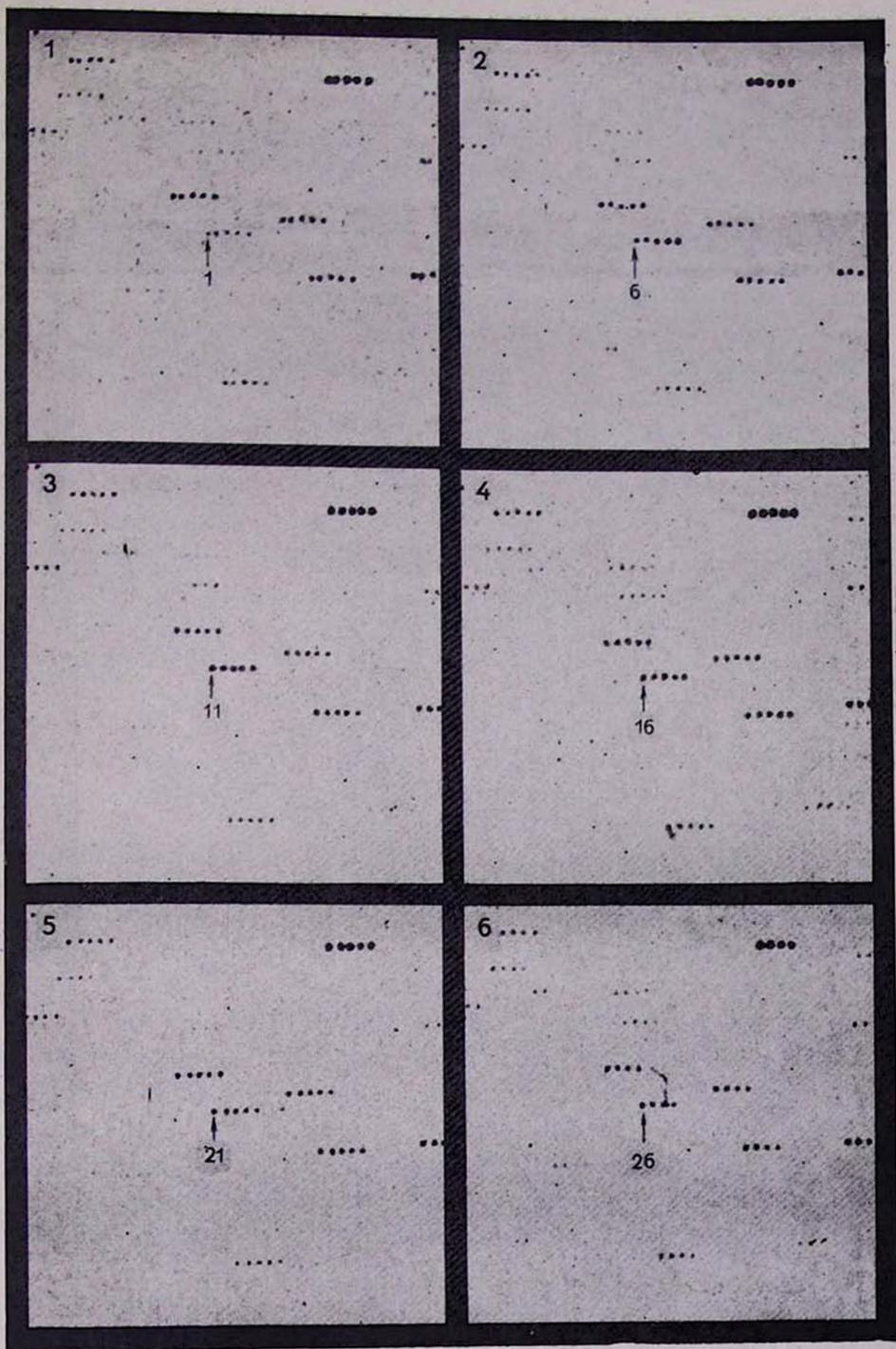


Рис. 1. На фотографиях 1—6 даны изображения звезды в нормальном состоянии (фото 1) и во время медленной вспышки (фото 2—6). Промежутки времени между фото 1 и 2 равен 21 мин. Наблюдения проведены в фотографических лучах.

Первые пять экспозиций относятся к пластинке, на которой звезда находится в минимуме. Приводимое в табл. 2 время относится к моменту начала экспозиции; каждая экспозиция продолжалась пять минут. Между первой и второй пластинками лежит промежуток времени в 21 мин (пятая и шестая экспозиции в табл. 2). Такой перерыв был вызван облачностью неба. Вспышка, по-видимому, началась между $21^{\text{h}}36^{\text{m}}$ и $21^{\text{h}}57^{\text{m}}$. Экстраполируя начало и конец вспышки, можно оценить продолжительность от минимума до максимума ~ 40 мин и общую продолжительность, равную ~ 5 час. Если бы вспышка наблюдалась в ультрафиолетовых лучах, то ее амплитуда, вероятно, была бы больше. Так как в случае медленной вспышки подъем до максимума происходит медленно и особого усреднения по времени не происходит, то можно более уверенно построить кривую блеска вспышки (рис. 2).

Вспыхивающая звезда № 103 спектрального типа M3e-M4e, $m_{\text{рк}} \sim 16^{\text{m}}2$. Если эта звезда является действительно членом скопления, то приходится считать, что она лежит выше главной последовательности. Как известно, вспыхивающие и слабые звезды Плеяд показывают, начиная с $B > 13^{\text{m}}$ и $B - V > 1^{\text{m}}0$, разброс на диаграмме цвет—светимость; как раз в этой части диаграммы находятся вспыхивающие [5]. Но все же пока трудно окончательно решить, является ли звезда № 103 членом скопления. Скорее всего, именно по характеристикам вспышек (быстрые и медленные) она не должна быть звездой поля. До сих пор ни у одной звезды типа UV Кита, из числа близких к Солнцу, не обнаружена медленная вспышка.

Как видно из табл. 1, звезда № 103 является среди других вспыхивающих звезд Плеяд относительно часто вспыхивающей звездой. Большая частота вспышек наблюдается и у медленных вспыхивающих ассоциации Ориона. Так, из семи медленных вспыхивающих звезда № 177 показала четыре вспышки, из которых три описаны в работе [6], а одна наблюдалась П. П. Паренаго с часовой экспозицией в фотографических лучах. На его пластинке звезда имела $m_{\text{рк}} = 16^{\text{m}}1$, а в нормальном минимуме ее фотографическая величина равна $18^{\text{m}}2 - 18^{\text{m}}5$. Таким образом, $\Delta m_{\text{рк}} > 2^{\text{m}}0$. Паренаго принял в то время это повышение блеска за проявление обыкновенной переменности [7]. Медленно вспыхивающие звезды № 66 и 92 вспыхивали по три раза, а № 146 и 153 — по два, причем звезды № 177 и 92 вспыхивали только как медленные [3]. Учитывая относительно низкую повторяемость вспышек у звезд в ассоциации Ориона, эти факты нельзя

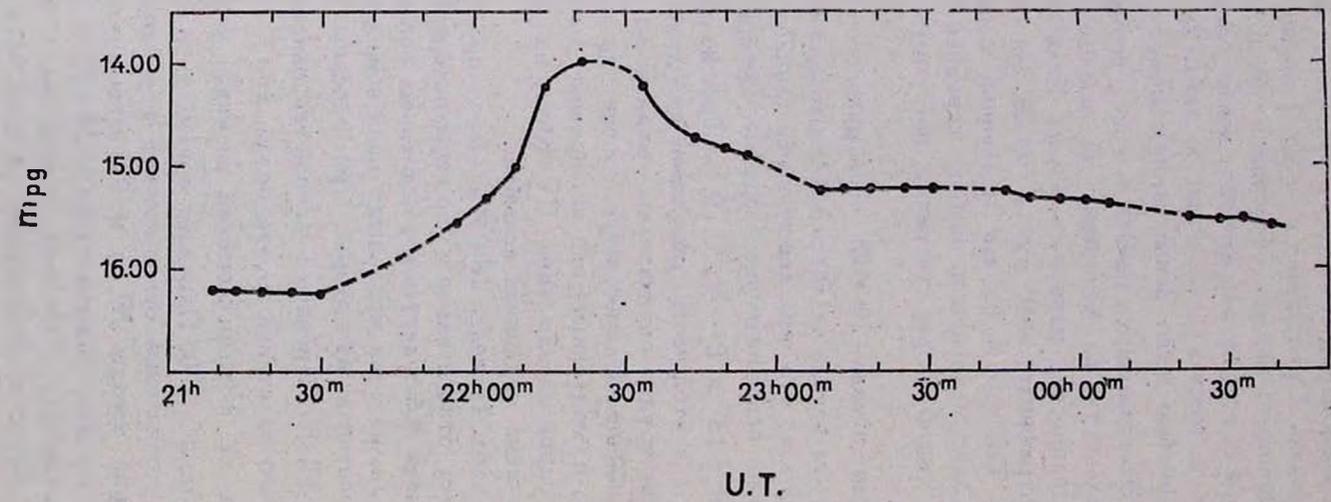


Рис. 2. Кривая блеска медленной вспышки.

считать случайными и следует допустить, что звезды, показывающие медленные вспышки, являются активными объектами.

О быстроте нарастания блеска звезды до максимума при обычных фотографических наблюдениях (метод цепочек) можно судить по количеству домаксимальных изображений, на которых звезда имеет большую, чем нормальная, яркость. При 5-минутных экспозициях, когда мы имеем лишь одно домаксимальное изображение, можно думать, что имеем дело с обычной быстрой вспышкой, причем вспышка началась и, возможно, даже достигла максимума уже в конце первой экспозиции, и наблюдаемый нами максимум — в действительности уже точка спада, иногда лишь включающая и максимум. В тех случаях, когда на пластинке два домаксимальных изображения, это соответствует либо промежуточной вспышке (максимум достигается за время $\sim 10-15$ мин), либо же медленной вспышке, зарегистрированной уже в окрестностях максимума.

Медленные и промежуточные вспышки характеризуются медленным затуханием, длящимся несколько часов. Так, например, характер затухания вспышки звезды № 48 [8] наталкивает на мысль, что здесь могла иметь место вспышка медленного или промежуточного типа. Примерами вспышек промежуточного типа являются наблюдаемые вспышки звезды № 22 [9] и вспышка № 1 звезды № 18 [10].

Представляет интерес провести статистику числа домаксимальных изображений с тем, чтобы выяснить действительное количество быстрых и медленных вспышек. Для того, чтобы иметь представление о влиянии селекции наблюдений из-за предела чувствительности пластинок и телескопа, вспыхивающие звезды были подразделены на интервалы в одну звездную величину. В табл. 3 приведены результаты просмотра 66 вспышек в фотографических лучах с 5-минутными экспозициями. Используются наблюдательные данные из работ [8, 9, 11, 12]. В первом столбце приводятся интервалы звездных величин, во втором — число вспыхивающих звезд, находящихся в этом интервале, в третьем — число вспышек, которые на пластинке до максимума не имеют ни одного изображения, в четвертом — имеющие одно изображение, в пятом — два и в шестом — средние амплитуды вспышек для них.

В табл. 4 приводятся аналогичные данные для 15-минутных экспозиций в ультрафиолетовых лучах. Используются данные из работ [1, 4, 13—15].

Данные табл. 3 и 4 показывают, что случаи, когда имеется одно изображение до максимума при 5 и 15-минутных экспозициях, не отличаются систематически от других ни по яркости вспыхивающей звезды, ни по амплитуде вспышки.

Так как медленную вспышку в Плеядах мы наблюдали с 5-минутными экспозициями, то естественно возникает вопрос, могли бы мы эту вспышку пронаблюдать с 15-минутными экспозициями как

Таблица 3

| m_{PK} | N | — | 1 | 2 | Δm_{PK} |
|---------------------------------------|----|----|----|---|-------------------|
| 14. ^m 5—15. ^m 6 | 6 | 2 | 3 | 1 | 1. ^m 4 |
| 15.6—16.5 | 8 | 7 | 1 | — | 1.7 |
| 16.6—17.5 | 18 | 14 | 3 | 1 | 1.2 |
| 17.6—18.5 | 20 | 14 | 4 | 2 | 3.0 |
| 18.6—19.5 | 12 | 10 | 1 | 1 | 4.0 |
| 19.6—20.5 | 1 | — | 1 | — | 6.0 |
| 20.6—21.5 | 1 | 1 | — | — | 4.6 |
| | 66 | 48 | 13 | 5 | |
| $\%_0$ | | 73 | 20 | 7 | |

медленную? Если бы начали фотографировать с того момента, как это сделано в фотографических лучах, то до вспышки было бы одно изображение, а если бы с вероятного начала вспышки, то два и даже

Таблица 4

| m_u | N | — | 1 | 2 | Δm_u |
|---------------------------------------|----|----|----|----|-------------------|
| 14. ^m 5—15. ^m 5 | 3 | 2 | 1 | — | 1. ^m 1 |
| 15.6—16.5 | 8 | — | — | — | 2.0 |
| 16.6—17.5 | 8 | 6 | 2 | — | 2.0 |
| 17.6—18.5 | 12 | 11 | 1 | — | 2.7 |
| 18.6—19.5 | 14 | 11 | 2 | 1? | 4.5 |
| 19.6—20.5 | 5 | 4 | 1 | — | 5.0 |
| 20.6—21.5 | 1 | — | 1 | — | 6.6 |
| 21.6—22.6 | 2 | 1 | 1 | — | 7.5 |
| | 53 | 43 | 9 | 1? | |
| $\%_0$ | | 81 | 17 | | |

три. Таким образом, данная вспышка наблюдалась бы как медленная даже при экспозициях, применяемых в Тонанцинтла, если бы только она наблюдалась с самого начала.

Из табл. 4 видно, что из 53 вспышек 9 демонстрируют одно изображение до максимума. Из них вспышка звезды № 66 [13] может быть промежуточного типа. Два изображения лишь подозреваются у звезды № 106 [4], вспышку которой, во всяком случае, можно отнести к типу промежуточных.

Таким образом, среди рассмотренных 119 звезд Плеяд (не считая звезды № 103) у двух подозреваются медленные вспышки (№ 48 и № 106) и у шести наблюдались вспышки промежуточного типа. Тот факт, что процент звезд с одним домаксимальным изображением почти одинаков, как в случае 5-минутных экспозиций, так и 15-минутных, свидетельствует о том, что такие звезды в основном являются быстрыми вспыхивающими, где вспышка произошла в конце первой экспозиции. Для сравнения в табл. 5 приведены данные о 59 вспыхивающих звездах в Орионе, снятых с 5-минутными экспозициями, использованы данные из работы [9].

Таблица 5

| m_{pk} | Σ | — | 1 | 2 | $\overline{\Delta m_{pg}}$ |
|---------------------------------------|----------|----|----|---|----------------------------|
| 14. ^m 5—15. ^m 5 | 3 | 3 | — | — | 1. ^m 2 |
| 15.6—16.5 | 13 | 12 | — | 1 | 1.2 |
| 16.6—17.5 | 28 | 23 | 3 | 2 | 1.7 |
| 17.6—18.5 | 15 | 10 | 5 | — | 3.0 |
| | 59 | 48 | 8 | 3 | |
| % | | 81 | 13 | 5 | |

Здесь процент вспышек с одним изображением до максимума несколько ниже, чем в случае Плеяд, и число вспышек промежуточного типа того же порядка. Следует учесть, что из-за разности расстояний приходится сравнивать результаты, относящиеся к звездам различных яркостей.

Считая, что имеющиеся наблюдательные данные довольно реально отражают действительное распределение быстрых и медленных вспышек, можно сделать вывод, что медленные вспышки — очень редкое явление у вспыхивающих звезд.

В заключение проведем некоторое сравнение медленных вспыхивающих звезд в ассоциации Ориона и в скоплении Плеяд.

1. В обоих случаях максимум достигается за время ~ 40 мин и более. Падение блеска продолжается несколько часов в зависимости от амплитуды вспышки.

2. Медленные вспыхивающие в Орионе более раннего спектрального типа (K7-M0), чем в Плеядах (M3e-M4e).

3. И в ассоциации Ориона, и в Плеядах медленно вспыхивающие звезды вместе с тем — часто вспыхивающие. Частота медленных вспышек в Орионе больше. Действительно, на 312 известных вспыхивающих звезд в Орионе приходится 7 звезд, у которых наблюдались 11 медленных вспышек, а на 221 вспыхивающую в Плеядах — только одна медленная вспышка.

4. Средняя амплитуда медленных вспышек в Орионе больше, чем в Плеядах.

Из всего сказанного следует, что в Плеядах, как и в ассоциации Ориона, встречаются медленные вспышки, однако гораздо реже и с характеристиками, несколько отличающимися от таковых в Плеядах; что, по-видимому, связано с особенностями в развитии звезд в молодой ассоциации и в скоплении Плеяд.

Считаю своим приятным долгом поблагодарить академика В. А. Амбарцумяна за советы при выполнении настоящей работы.

Бюранская астрофизическая
обсерватория

SLOW FLARE UP IN THE PLEIADES

E. S. PARSAMIAN

During the observations of Pleiades on the 40" Shmidt telescope of the Byurakan Observatory a slow flare up and two rapid flare ups of star No 103 were revealed. The duration from minimum to maximum of the slow flare up was equal to $\sim 40^m$ and the total duration was about 5 hours.

The magnitudes of the slow flare are given in Tables 1, 2 and photographs on Fig. 1. Statistical data on the number of premaximal images of flare stars of different exposures in the Pleiades and in Orion are given. A comparison between slow flare stars in Orion and Pleiades has been made.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Haro, *Stars and Stellar Systems*, vol. 7, ed. B. M. Middlehurst and L. H. Aller, Univ. of Chicago Press, Chicago, 1968, p. 141.
2. В. А. Амбарцумян, *Сообщ. Бюр. обс.*, 13, 1954.
3. G. Haro, E. Chavira, *Bol. obs. Tonantzintla Tacubaya*, 5, 32, 59, 1969.
4. E. Parsamian, E. Chavira, *Bol. obs. Tonantzintla Tacubaya*, 5, 31, 35, 1969.

5. *H. L. Johnson, R. I. Mitchell*, *Ap. J.* 128, 31, 1958.
6. *G. Haro, E. Parsamian*, *Bol. obs. Tonantzintla Tacubaya*, 5, 31, 41, 1969.
7. *П. П. Паренко*, *Труды ГАИШ*, 25, 1954.
8. *L. Pigatto, L. Rosino* (private communication).
9. *L. Rosino, L. Pigatto*, *Contr. Asiago*, 231, 1969.
10. *Э. С. Парсмян*, *Астрофизика*, 7, 507, 1971.
11. *А. В. Мирзоян, О. С. Чавушян*, *Сообщ. Бюр. обс.*, 42, 17, 1970.
12. *Э. С. Парсмян*, *Сообщ. Бюр. обс.* (в печати).
13. *G. Haro, E. Chavira*, *Bol. obs. Tonantzintla Tacubaya*, 5, 31, 23, 1969.
14. *G. Haro, E. Chavira*, *Bol. obs. Tonantzintla Tacubaya*, 34, 181, 1970.
15. *G. Haro, E. Chavira*, *Bol. obs. Tonantzintla Tacubaya*, 5, 34, 191, 1970.

