

# АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

## АСТРОФИЗИКА

ТОМ 17

ФЕВРАЛЬ, 1981

ВЫПУСК 1

УДК 524.33+524.352

### ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ В ПЛЕЯДАХ. VI

Л. В. МИРЗОЯН, О. С. ЧАВУШЯН, Г. Б. ОГАНЯН, В. В. АМБАРЯН,  
А. Т. ГАРИБДЖАНЫН, Н. Д. МЕЛИКЯН, Р. Ш. НАЦВЛИШВИЛИ

Принята к печати 1 сентября 1980

Приводятся результаты фотографических наблюдений звездных вспышек в области Плеяд, выполненных в Бюраканской и Абастуманской астрофизических обсерваториях в течение в основном 1976—1979 гг. На основе этих наблюдений, охватывающих около 270 часов, а также ревизии снимков, полученных ранее, обнаружено 17 новых вспыхивающих звезд (табл. 2) и 54 повторные вспышки уже известных вспыхивающих звезд (табл. 4). Продолжена единая нумерация вспыхивающих звезд в Плеядах, включающая и вспыхивающие звезды, обнаруженные за этот период в других обсерваториях (табл. 3). Общее число известных к 1 июня 1980 г. вспыхивающих звезд в области Плеяд достигло 524, а число вспышек — 1244 (исключая вспыхивающую звезду № 55 и ее вспышки). Эти результаты получены приблизительно за 3055 часов эффективного времени фотографических наблюдений, выполненных широкоугольными телескопами в обсерваториях, главным образом, Тонантинтла, Азиаго и Бюраканской. Наблюдательные данные о распределении вспыхивающих звезд по количеству наблюденных вспышек удовлетворительно представляются функцией средней частоты (1), выведенной В. А. Амбарцумяном (табл. 5). Показано, что неизвестных вспыхивающих звезд среди звезд с большими средними частотами вспышек в агрегате Плеяды в настоящее время практически нет: все неизвестные в этой системе вспыхивающие звезды находятся среди звезд, имеющих очень низкие средние частоты вспышек (табл. 6 и рис. 1). Полное число вспыхивающих звезд в Плеядах, оцененное с помощью формулы (4), равно по порядку величины 1100. Выполнены синхронные фотографические наблюдения звездных вспышек в агрегате Плеяды в системе  $U, V, I$  с применением трех телескопов. Во время этих наблюдений у вспыхивающих звезд № 105 и 156 обнаружены «медленные» вспышки. Показатели цвета  $U-B$  и  $B-V$  звездных вспышек в периоды, включающие максимум вспышки (табл. 7), мало отличаются от этих величин, определяемых фотоэлектрически для вспышек звезд типа  $UV$  Кита, что свидетельствует о физическом родстве вспыхивающих звезд в агрегатах и в окрестности Солнца.

1. Введение. В настоящее время многочисленными наблюдательными данными подтверждено, что вспыхивающие звезды в звездных агрегатах

представляют собой одну из наиболее ранних стадий развития карликовых звезд (см., например, [1, 2]).

С этой точки зрения их всестороннее исследование представляет большой интерес для проблем эволюции звезд, так же, как и для понимания пока необъяснимого явления звездной вспышки.

Настоящая очередная статья серии, посвященной исследованию вспыхающих звезд в области агрегата Плеяды, содержит результаты фотографических наблюдений звездных вспышек последних лет.

2. *Наблюдения.* При фотографических наблюдениях звездных вспышек применялись широкоугольные телескопы: 40" и 21" системы Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории АН Арм.ССР и 28" системы Максутова Абастуманской астрофизической обсерватории АН Груз. ССР.

Методика проведения и обработки этих наблюдений прежняя и описана в предыдущих статьях этой серии (см., например, [3]).

Фотографические наблюдения области агрегата Плеяды велись в период с августа 1976 г. по декабрь 1979 г. Общая продолжительность всех фотографических наблюдений на всех трех телескопах за указанный период составляет около 267 часов, из них 219 часов — в Бюракане (в *U* и фотографических лучах) и 48 часов — в Абастумани (в фотографических лучах).

Кроме того в ноябре—декабре 1979 г., с помощью вышеуказанных телескопов, была организована кампания синхронных наблюдений звездных вспышек в области Плеяд — в трех полосах системы *UBV*. В полосах *U* и *B* общее эффективное время этих наблюдений составляет 38 часов. К сожалению, из этого времени, из-за погодных условий, в *V*-лучах (28") наблюдения были выполнены только 20 часов 40 минут.

Распределение времени фотографических наблюдений звездных вспышек по годам и телескопам представлено в табл. 1.

Таблица 1

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВСПЫШЕК В ОБЛАСТИ  
АГРЕГАТА ПЛЕАДЫ

Телескоп	1976	1977	1978	1979	
				обычные	синхронные
40'	17 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	42 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	49 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	50 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	38 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>
28	9 30	33 20	5 30	—	20 40
21	—	—	16 18	42 45	38 00
Всего	26 43	75 45	71 08	93 05	—

Результаты синхронных колориметрических наблюдений звездных вспышек в области агрегата Плеяды будут подробно изложены в отдельной статье [4]. Здесь же мы рассмотрим эти результаты вкратце.

3. *Новые вспыхивающие звезды.* В результате вышеописанных наблюдений было обнаружено 16 новых вспыхивающих звезд. Табл. 2 содержит данные о новых вспыхивающих звездах, обнаруженных в Бюракане и Абастумани после 1 мая 1976 г. Все наблюдения, выполненные до этого срока, охвачены в последней статье данной серии [5]. В табл. 2 включена и вспыхивающая звезда (№ 524), обнаруженная во время ревизии пластинки, полученной в Бюракане в 1972 г. В соответствующих столбцах табл. 2 приведены: номер вспыхивающей звезды по единой нумерации, принятой в Бюракане [6], координаты, звездная величина в минимуме блеска и амплитуда вспышки в *U*- или *Pg*-лучах, дата обнаружения и телескоп.

Таблица 2'

НОВЫЕ ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ В ПЛЕЯДАХ

№	НИ	$\alpha$ (1900)	$\delta$ (1900)	$m_U$	$\Delta m_U^*$	Дата	Телескоп
524		3 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 0	22° 33'	17 <sup>m</sup> 3	2 <sup>m</sup> 8	31.12.1972	40"
525		36.5	24 52	16.7 <sub>Pg</sub>	0.8 <sub>Pg</sub>	22.08.1976	40
526		39.8	23 46	15.2 <sub>Pg</sub>	0.8 <sub>Pg</sub>	14.11.1976	28
527		38.4	24 17	19.5 <sub>Pg</sub>	4.4 <sub>Pg</sub>	14.11.1976	28
528		33.5	24 51	16.6	2.1	14.09.1977	40
529		39.3	23 03	18.9	3.3	20.09.1977	40
530		47.9	23 20	>21.0	>5.7	19.10.1977	40
531		40.0	23 25	>20.0	>3.8	19.10.1977	40
532		35.2	23 24	18.2 <sub>Pg</sub>	2.5 <sub>Pg</sub>	13.11.1977	28
533	3193	46.0	23 06	16.6	1.2	10.10.1978	40
534		44.7	22 28	20.0	3.5	25.11.1978	40
535		41.6	25 20	20.1 <sub>Pg</sub>	3.6 <sub>Pg</sub>	26.11.1978	28
536		33.6	25 00	18.6	3.0	16.10.1979	40
537		40.4	22 24	19.5 <sub>Pg</sub>	3.0 <sub>Pg</sub>	19.10.1979	21
538	2109	43.0	24 45	15.5	1.4	26.11.1979	40, 21
539		43.4	25 07	19.9	4.7	10.12.1979	40, 21, 28
540		33.4	25 08	16.5	1.7	11.12.1979	40, 21, 28

\* В некоторых случаях наблюдения велись не в *U*, а в фотографических лучах, о чем каждый раз делаются указания (приписка *Pg*).

После 1 мая 1976 г. в других обсерваториях было обнаружено 38 новых вспыхивающих звезд (табл. 3) и 44 повторные вспышки\*. Данные о некоторых из этих вспыхивающих звезд и повторных вспышек мы заимствовали из литературных источников [2, 7—13]. К сожалению, данные, относящиеся к вспышкам, обнаруженным в Тонантцинтла, опубликованы не полностью и о них можно только догадаться по номерам, приведенным в статье Аро [2].

Тем не менее, мы включили и эти звезды в единую нумерацию (табл. 3).

Таблица 3

ЕДИНАЯ НУМЕРАЦИЯ ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД В ПЛЕЯДАХ,  
ОБНАРУЖЕННЫХ ПОСЛЕ ОПУБЛИКОВАНИЯ РАБОТЫ [5]  
(А-АЗИАГО, К-КОНКОЛИ, Т-ТОНАНТЦИНТЛА)

№ по единой нумерации	Литература	№ по первоисточнику
485—493	[2]	T 61b—65b, T 70b—72b
494—496	[7]	(2—4)*
497—499	[8]	(1—3)*
500—512	[9]	A151, 152, 155, K36, 38, 39, 42, K44-48, 50.
513—516	[10]	(1—4)*
517—519	[11]	(1—3)*
520	[12]	(1)*
512—523	[13]	(1—3)*
524—540	Настоящая статья	

\* Для вспыхивающих звезд, обнаруженных в последнее время в обсерватории им. Конколи (Венгрия), авторы каждый раз приводят только последовательные номера.

С учетом новых вспыхивающих звезд к 1 июня 1980 г. число известных вспыхивающих звезд в Плеядах достигло 524\*\*, а число зарегистрированных у них вспышек — 1244. За все время наблюдений области агрегата Плеяды общая продолжительность непрерывающихся наблюдений к этому сроку составила около 3055 часов.

\* Относительно этих данных отметим, что часть обнаруженных вспышек является результатом ревизии пластинок, полученных в 1973—78 гг. в обсерваториях Азиаго и им. Конколи. Можно предполагать, что за этот период повторные вспышки были обнаружены и в Тонантцинтла, но они не вошли в это число, так как еще не опубликованы.

\*\* Исключены звезды, повторно открытые и получившие, по ошибке, новые номера, и звезда № 55, принадлежащая к скоплению Гиады [6].

Следует добавить, что порядок единой нумерации по-прежнему является хронологическим, соответствующим временам открытия.

4. *Повторные вспышки ранее известных вспыхивающих звезд.* Число обнаруженных в области агрегата Плеяды в период после 1 мая 1976 г. повторных вспышек в Бюракане и Абастумани равно 54. Это число, как и в [5], более чем в три раза превышает число обнаруженных в этой области за это же время новых вспыхивающих звезд. Это обусловлено тем, что большинство вспыхивающих звезд, обладающих сравнительно большой частотой вспышек, уже обнаружено, и мы в настоящее время открываем почти исключительно звезды, которые обладают довольно низкой частотой вспышек.

В табл. 4 приводятся данные об обнаруженных за этот период повторных вспышках.

5. *Распределение средней частоты вспышек и полное число вспыхивающих звезд в агрегате Плеяды.* В предыдущих статьях этой серии выяснилось, что по мере возрастания числа известных вспыхивающих звезд в Плеядах удовлетворительное представление чисел  $n_k$  — вспыхивающих звезд, у которых наблюдалось по  $k$  вспышек, требует суперпозиции все большего числа распределений Пуассона с разными средними частотами вспышек и полными числами соответствующих вспыхивающих звезд. Например, данные о кратности вспышек до 1976 г. удалось удовлетворительно представить, предполагая, что среди вспыхивающих звезд агрегата Плеяды имеются четыре отдельные группы, обладающие весьма разными средними частотами, а также полными числами звезд [5]. Это, несомненно, означало, что на самом деле в агрегате имеются вспыхивающие звезды, показывающие вспышки с весьма различными средними частотами. Иначе говоря, должна существовать определенная функция средней частоты —  $f(\nu)$ , представляющая наблюдаемое распределение этой величины для всех вспыхивающих звезд в агрегате Плеяды.

Вскоре В. А. Амбарцумян [14] разработал метод для определения указанной функции с помощью хронологии открытий и хронологии подтверждений звездных вспышек.

Согласно этой функции большинство вспыхивающих звезд в агрегате Плеяды (см. табл. 1 в [14]) имеет такие низкие средние частоты вспышек, что их открытие требует новых, весьма продолжительных наблюдений области Плеяд.

Об этом свидетельствует также факт значительного превышения чисел новых повторных вспышек относительно чисел новооткрытых вспыхивающих звезд при наблюдениях последних лет.

Таблица 4

НОВЫЕ ПОВТОРНЫЕ ВСПЫШКИ ИЗВЕСТНЫХ ВСПЫХИВАЮЩИХ  
ЗВЕЗД В ПЛЕЯДАХ

№	НП	$\alpha$ (1900)	$\delta$ (1900)	$m_U$	$\Delta m_U$	Дата	Телескоп
1	2	3	4	5	6	7	8
2		$3^h 34^m 8$	$24^\circ 27'$	$19^m.8$	$5^m.0$	10.12.79	40,21"
13	686	39.6	23 59	16.2	2.0	22.11.78	40
18		41.6	22 02	$16.6_{pg}$	$0.6_{pg}$	22.08.76	40
"				$16.6_{pg}$	$0.5_{pg}$	"	"
"				17.3	1.6	09.11.17	"
"				"	1.8	27.09.79	"
25		42.6	21 54	16.0	2.3	11.10.78	"
26		43.2	24 02	20.2	7.1	23.11.79	40,2Г
36		36.2	23 46	18.4	1.9	13.09.77	40
51	1827	42.4	23 40	17.9	1.6	12.09.77	"
55	2411	43.7	24 01	16.9	0.7	29.12.75	24
"				"	0.8	09.11.77	"
"				"	1	13.11.77	"
"				"	0.8	8.10.78	"
"				"	3.2	23.11.79	40,2Г
56	2601	44.2	24 03	$16.6_{pg}$	$1.4_{pg}$	29.11.73	21
"				17.6	3.8	01.09.78	40
61		48.1	23 03	16.8	2.2	06.11.78	"
62		33.9	24 56	17.9	2.4	10.10.78	"
64		34.1	23 08	$16.1V$	$1.7V$	19.12.79	28
73	335	38.4	23 45	16.0	1.4	09.11.77	40
"				"	1.6	17.10.79	"
"				"	1.2	17.10.79	"
83		42.0	22 15	17.8	3.6	26.11.78	"
91		43.8	24 26	$15.9_{pg}$	$0.9_{pg}$	14.11.77	28
97		46.0	23 16	$17.6V$	$3.2V$	19.12.79	"
101		33.2	24 25	18.8	1.0	19.10.74	40
"				"	3.7	04.11.77	"
103		36.9	23 08	17.7	3.7	25.11.78	"
105		41.7	23 23	17.7	5.3	10.12.79	40, 2Г
106		42.1	23 11	19.1	2.7	13.09.77	40
107	2208	43.3	24 16	18.1	1.5	21.11.79	"
111	3104	45.7	22 53	15.9	3.4	18.10.79	"
138		33.2	23 41	$18.3_{pg}$	$2.5_{pg}$	29.09.78	21
156		42.6	23 58	18.4	2.4	25.11.79	40, 2Г

Таблица 4 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
156				18 <sup>m</sup> 4	4 <sup>m</sup> 2	12.12.79	40, 21, 28
167		3 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 5	24°34'	20.0	6.2	21.12.79	40, 21
174		36.8	23 03	20.0	5.8	09.11.77	40
"				"	3.3	01.09.78	"
176		43.0	24 36	19.7	4.2	02.11.78	"
179		38.6	24 22	19.7	7.8	08.10.78	"
180		41.0	23 45	19.2	3.2	18.10.79	40, 21
199		41.4	22 03	20.5	6.5	25.11.79	"
280		38.5	25 17	17.7	1.1	09.11.77	40
297		34.5	24 15	18.0 <sub>pg</sub>	3.0 <sub>pg</sub>	15.10.76	28
306		36.06	24 24	16.0	0.6	25.11.79	40
"				"	0.6	12.12.79	"
308°		33.6	23 11	16.8	2.0	05.11.77	"
334	1280	41.1	23 51	16.3 <sub>pg</sub>	0.8 <sub>pg</sub>	30.09.78	21
399		38.4	24 33	20.0	6.0	21.10.77	40
434	3197	46.1	24 22	14.2	1.6	02.11.78	"
467		42.3	21 51	17.5 <sub>pg</sub>	1.5 <sub>pg</sub>	22.08.76	"
477		37.9	23 38	20.0	7.2	13.11.77	40, 28
489	1516	41.7	24 59	16.4	1.2	10.10.78	40

\* Эта вспышка совпадает с вспышкой первой вспыхивающей звезды, обнаруженной в обсерватории им. Конколи [7].

Функция средней частоты, выведенная В. А. Амбарцумяном [14], имеет вид:

$$f(\nu) = C e^{-\nu S} \nu^{-4/3}, \tag{1}$$

где  $C$  — постоянная величина, а параметр  $S$ , имеющий размерность времени, равен 385 часам.

С помощью функции (1), следуя [14], можно оценить числа вспыхивающих звезд, показавших по  $k$  вспышек за эффективное время наблюдений  $t$  для разных значений  $k$ .

Для нормировки этих оценок, в соответствии с [14], нами использовано число вспыхивающих звезд, наблюдавшихся за время  $t$  только в одной единственной вспышке.

Полученные оценки представлены в табл. 5. Во втором столбце табл. 5 приведены числа  $N_k$  по всем наблюдениям. Сравнение теоретических оценок этих чисел с наблюдаемыми числами показывает удовлетво-

рительное согласие между ними, что свидетельствует в пользу функции средних частот (1)\*.

Таблица 5

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ  
ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД В ОБЛАСТИ  
АГРЕГАТА ПЛЕЯДЫ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ  
СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЫ (1)

$k$	$n_k$	
	набл.	теор.
1	302	(302)
2	79	89
3	45	44
4	37	26
5	13	17
6	15	12
>7	33	29
Всего	524	519

Исходя из данных табл. 5, можно привести следующий наглядный пример, свидетельствующий о существовании в агрегате Плеяды вспышкающих звезд весьма различных средних частот.

Предполагая, что все вспышкающие звезды в агрегате обладают одинаковой средней частотой вспышек и представляя распределение этих вспышек законом Пуассона, можно для математического ожидания числа вспышкающих звезд, показавших по  $k$  вспышек за время  $t$ , написать [15]:

$$n_k = e^{-\nu t} \frac{(\nu t)^k}{k!}. \quad (2)$$

После подстановки в это выражение значений  $k = 0, k$  и  $k + 1$  и некоторых преобразований для определения числа неизвестных в системе вспышкающих звезд  $n_0$  имеем

$$n_0 = \frac{k!}{(k+1)^k} \frac{n_k^{k+1}}{n_{k+1}^k}. \quad (3)$$

В табл. 6 приводятся оценки числа неизвестных вспышкающих звезд  $n_0$  в агрегате Плеяды для различных значений  $k = 1, 2, \dots, 6$ , по формуле (3), с использованием данных табл. 5.

\* Функция средней частоты  $f(\nu)$  в работе [14] была получена с использованием только тех вспышек, амплитуда которых в фотографических лучах превышала (или была равна)  $1^m 0$ .

В табл. 6 обращает на себя внимание быстрое убывание  $n_0$  при возрастании значения  $k$ . Отклонением от этой тенденции является значение  $n_0$ , определенное для  $k = 4$  по данным наблюдаемых  $n_k$ . Это отклонение следует объяснить ошибками статистики. Подтверждением этому являются данные, приведенные в последнем столбце табл. 6, когда использованы сглаженные значения  $n_k$  по функции средней частоты. В этом случае четко видна тенденция систематического убывания  $n_0$  при возрастании значения  $k$ .

Таблица 6

ОЦЕНКИ ЧИСЛА НЕИЗВЕСТНЫХ  
ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД  $n_0$  В АГРЕГАТЕ  
ПЛЕЯДЫ ПО ФОРМУЛЕ (3)

$k$	$n_0$	
	набл.	теор.
1	577	512
2	54	81
3	8	20
4	93	5
5	0	2
6	0	1

Имея в виду, что по мере возрастания  $k$  мы имеем дело со вспыхивающими звездами, обладающими все большими средними частотами вспышек, а также то обстоятельство, что полное время фотографических наблюдений области Плеяд уже превышает 3000 часов, на основе данных табл. 6 можно заключить, что неизвестных вспыхивающих звезд среди звезд с большими, скажем больше  $(100 \text{ час})^{-1}$ , средними частотами вспышек в агрегате Плеяды в настоящее время уже практически нет: все неизвестные вспыхивающие звезды в этой системе находятся среди звезд, имеющих очень низкие средние частоты вспышек. Этот факт находится в согласии с функцией средней частоты (1).

Подтверждением вышесказанного является рис. 1, на котором представлены три кривые: изменения чисел известных  $n$ , неизвестных  $n_0$  (определяемая с помощью формулы (4) оценка), а также оценки полного числа  $N = n + n_0$  вспыхивающих звезд в агрегате Плеяды с увеличением эффективного времени наблюдений области этой системы широкоугольными камерами. Как показывает рис. 1, все эти величины непрерывно возрастают. Если возрастание числа известных вспыхивающих звезд в Плеядах связано с обнаружением в них новых вспыхивающих звезд, по мере увеличения эффективного времени наблюдений, то сильно замедлившееся к

настоящему времени возрастание оценки неизвестных вспыхивающих звезд, приводящее к возрастанию полного числа этих звезд, свидетельствует о том, что прежние оценки этой величины давали заниженные значения. Этот факт легко понять, если учитывать наличие в системе большого количества неизвестных вспыхивающих звезд, обладающих очень небольшими средними частотами вспышек, вытекающее из функции средней частоты  $f(\nu)$ , представленной формулой (1).

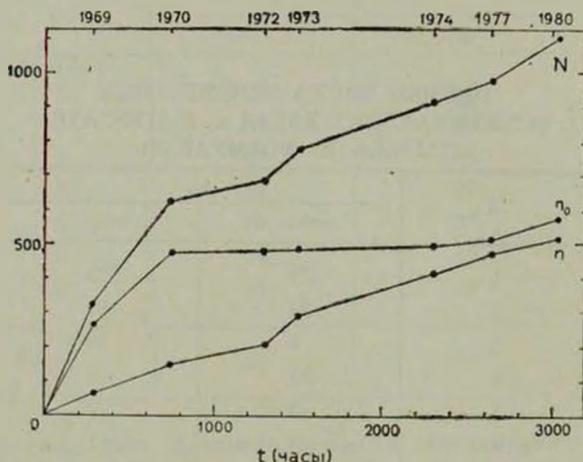


Рис. 1. Изменения чисел известных —  $n$ , неизвестных —  $n_0$  и полного числа —  $N$  (оценки) вспыхивающих звезд в агрегате. Пляды с возрастанием эффективного времени наблюдений области агрегата.

Функция средней частоты  $f(\nu)$  при ее выражении формулой (1), не может быть использована для оценки  $n_0$  — еще неизвестных вспыхивающих звезд в системе, из-за ее бесконечного возрастания при малых  $\nu$ , что приводит к расходимости интеграла, определяющего  $n_k$  при  $k = 0$  [14].

Поэтому, для грубой оценки  $n_0$ , мы воспользуемся известной формулой [15]:

$$n_0 = \frac{n_1^2}{2n_2}, \quad (4)$$

вытекающей из (3) при  $k = 1$ . По данным табл. 5 это приводит к значению  $n_0 = 577$ .

Суммируя это число  $n_0$  с числом известных в системе вспыхивающих, для нижней границы полного числа вспыхивающих звезд в агрегате Пляды получим

$$N = 1101.$$

В связи с вышесказанным следует сделать два замечания.

Во-первых, функция средней частоты  $f(\nu)$ , выведенная из данных наблюдений, содержит в себе фактор наблюдательной селекции, заключающийся в том, что при наблюдениях звездных вспышек по мере перехода к абсолютно более слабым звездам обнаруживаются вспышки все более возрастающих амплитуд. В результате средняя частота вспышек для звезд разных светимостей соответствует вспышкам разных амплитуд. Учет этого фактора, при существующей небольшой статистике, не представляется возможным.

Во-вторых, сильное возрастание числа звезд при малых средних частотах, как отмечено В. А. Амбарцумяном [14], по-видимому, требует некоторого изменения постановки задачи оценки числа неизвестных вспыхивающих звезд в системе: вместо числа всех неизвестных вспыхивающих звезд определить число неизвестных вспыхивающих, имеющих средние частоты вспышек, превосходящие некоторое значение  $\nu_0$ .

Следует добавить, что функция средней частоты (1), конечно, не может рассматриваться как окончательная, однако, как показывают данные табл. 5, она удовлетворительно представляет наблюдения. Вместе с тем, эти данные не указывают на увеличение разности между наблюдаемыми и вычисленными величинами  $n_i$  по сравнению с данными, представленными в работе В. А. Амбарцумяна [14]. Поэтому, хотя указанная функция имеет большей частью условное значение и иллюстрирует возможности разработанного в [14] метода вывода распределения средних частот вспышек в агрегате на основе хронологии открытий и хронологии подтверждений наблюдаемых в нем вспышек, она пока может считаться полезной для статистической обработки результатов наблюдений звездных вспышек.

6. *Фотографическая колориметрия звездных вспышек.* В ноябре—декабре 1979 г. были осуществлены синхронные фотографические наблюдения звездных вспышек в агрегате Плеяды с помощью трех телескопов: 40" и 21" камер системы Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории АН Арм. ССР и 28" менисковой камеры системы Максудова Абастуманской астрофизической обсерватории АН Груз. ССР. Полное эффективное время этих наблюдений составляло 38 часов, из них 20 часов 40 минут наблюдения велись в трех полосах,  $U, B, V$ , а в остальное время (из-за погоды) только в двух полосах,  $U$  и  $B$ .

В период синхронных наблюдений вспыхивающих звезд в области агрегата Плеяды были зарегистрированы всего 12 вспышек. Из них 6 вспышек произошли во время наблюдений во всех трех полосах,  $U, B, V$ , остальные вспышки—в период наблюдений только в двух полосах,  $U$  и  $B$ .

Однако во время  $UBV$ -наблюдений во всех трех цветах были измерены лишь четыре вспышки, зарегистрированные у звезд № 2, 105, 156 и

540\*. В двух остальных случаях вспышка была зарегистрирована либо лишь в одной полосе,  $U$  (из-за малой ее мощности:  $\Delta U = 0.6$ , у звезды № 306), либо в двух полосах,  $U$  и  $B$  (из-за слабости самой звезды № 539:  $U = 17.64$ ,  $\Delta U = 4.7$ ).

Далее, из 6 вспышек, происшедших во время наблюдений в двух полосах,  $U$  и  $B$ , в обеих полосах были измерены лишь 5 вспышек: одна вспышка, происшедшая у звезды № 306,— вторая вспышка у этой звезды в период наших синхронных колориметрических наблюдений, из-за малой ее мощности ( $\Delta U = 0.6$ ), и в этот раз была зарегистрирована только в полосе  $U$ .

Основной результат наших синхронных колориметрических наблюдений звездных вспышек в агрегате Плеяды представлен в табл. 7. В ней в последовательных столбцах приведены: номер вспыхивающей звезды,

Таблица 7

ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА ВСПЫШЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПЕРИОДЫ,  
ОХВАТЫВАЮЩИЕ МАКСИМУМ ВСПЫШКИ

Звезда	Дата вспышки (1979)	$U$	$\Delta U$	$(B-V)_+$	$(U-B)_+$
2	10 декабря	19.8	5.0	-0.4	-0.7
26	23 ноября	20.2	7.0	—	-0.6
55	24 "	16.9	3.2	—	-0.4
105	10 декабря	17.7	5.3	-0.1	-1.2
156	25 ноября	18.4	2.4	—	-1.3
156	12 декабря	18.4	4.2	0.2	-0.6
167	21 "	20.0	6.2	—	-1.2
199	25 ноября	20.5	6.5	—	-0.3
538*	26 "	15.5	1.4	—	-0.9
539*	10 декабря	19.9	4.7	—	-0.1
540*	11 "	16.5	1.7	1.0	-0.4
Средние цвета				+0.2	-0.7

\* Вспыхивающие звезды № 538, 539 и 540, как вспыхивающие, были обнаружены во время синхронных колориметрических наблюдений.

дата зарегистрированной у нее вспышки, звездная величина —  $U$ , амплитуда вспышки —  $\Delta U$  и показатели цвета —  $(B-V)_+$  и  $(U-B)_+$  вспышки.

\* Следует отметить, что вспышки звезд в агрегатах в трех полосах  $U, B, V$ , ранее были измерены Джонсоном и Митчеллом [16], фотоэлектрическим методом, для звезды Н II 1306 = № 17 в Плеядах, и О. С. Чавушьяном и Н. Д. Меликьяном [17], фотографическим методом, для звезды № 236 в Орионе. Причем, в обоих случаях регистрация вспышек осуществлялась совершенно случайно.

шечного излучения для всех наблюдаемых вспышек в периоды, охватывающие максимумы указанных вспышек.

Эти данные, относительно показателя цвета  $(U - B)_+$  вспышечного излучения, находятся в удовлетворительном согласии с результатами наших предыдущих двухцветных наблюдений вспышек в агрегате Плеяды [5].

Данные табл. 6 в целом находятся в удовлетворительном согласии также с аналогичными данными для вспышек звезд типа UV Кита, полученными из синхронных фотоэлектрических наблюдений с высоким разрешением по времени (см., например, наблюдения Моффетта [18]).

Это свидетельствует о том, что вспыхивающие звезды в агрегатах, по цветовым характеристикам вспышечного излучения в период максимума вспышки, не отличаются, практически, от вспыхивающих звезд типа UV Кита окрестности Солнца.

Следует подчеркнуть, однако, что как в случае вспышек звезд в агрегатах, так и в случае вспышек звезд типа UV Кита окрестности Солнца, наблюдаются значительные различия в цветах различных вспышек.

7. *Заключение.* Предсказание об обилии вспыхивающих звезд в агрегате Плеяды, основанное на первой статистической оценке их полного числа в этой, сравнительно старой по сравнению с ассоциацией Ориона, системе, полученной В. А. Амбарцумяном [15] в 1968 г., когда в ней было обнаружено всего 60 вспыхивающих звезд, стимулировало наблюдения и исследования вспыхивающих звезд в звездных агрегатах, которые привели к важным эволюционным результатам.

Наблюдениями было установлено обилие вспыхивающих звезд в агрегатах, что подтверждает важный вывод, впервые сделанный Аро [19], о том, что вспыхивающие звезды представляют собой одну из наиболее ранних стадий эволюции звезд, которая следует за более ранней стадией типа Т Тельца. Были изучены физические и статистические особенности стадии вспыхивающей звезды. В частности, в настоящее время уже имеются некоторые данные о цветовых и частотных характеристиках звездных вспышек в агрегатах, которые подтверждают физическое родство вспыхивающих звезд в агрегатах и звезд типа UV Кита окрестности Солнца.

Эти результаты обусловлены планомерными наблюдениями и исследованиями вспышек прежде всего в области агрегата Плеяды.

Отметим, однако, что, несмотря на то, что фотографические наблюдения области Плеяд широкоугольными камерами продолжают уже более 10 лет (полное время этих наблюдений превышает 3000 часов), благодаря чему в ней открыто и статистически изучено значительно больше вспыхивающих звезд (524), чем давала первая (320), вначале казавшаяся

слишком оптимистической, оценка В. А. Амбарцумяна [15], исследования указывают, что дальнейшие наблюдения и изучение этой удивительной системы представляют исключительный интерес как для проблем эволюции звезд, так и для вскрытия физической природы звездных вспышек.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория

Абастуманская астрофизическая  
обсерватория

## FLARE STARS IN PLEIADES. VI

L. V. MIRZOYAN, H. S. CHAVUSHIAN, G. B. OHANIAN, V. V. HAMBARIAN,  
A. T. GHARIBDJANIAN, N. D. MELIKIAN, R. SH. NATSVLISHVILI

The results of photographic observations of stellar flares in the Pleiades region carried out at the Byurakan and Abastumani astrophysical observatories, mainly during 1976—1979, are given.

On the basis of these observations, lasting for 270 hours, and also the revision of plates obtained before 17 new flare stars (Table 4) have been found.

The general numeration of flare stars in Pleiades including the flare stars found in the other observatories during the same period is continued (Table 3). Total number of 'all known flare stars in the Pleiades region at 1 June 1980 reached 524, and the number of all flares-1244 (excluding the flare star No. 55 and its flares). These results are obtained during about 3055 hours of effective time of photographic observations carried out by means of wideangle telescopes mainly at the Tonantzintla, Asiago and Byurakan observatories. The observational data on distribution of flare stars according to the observed flares is satisfactorily represented by the average frequency function (1) introduced by V. A. Ambartsumian (Table 5).

It is shown that in fact at present there are no unknown flare stars among the stars with great average frequencies of flares in Pleiades aggregate: all the unknown flare stars in this system are among stars having very low average frequencies of flares (Table 6 and Fig. 1).

The total number of the flare stars in the Pleiades, estimated by means of the formula (4) is of the order of 1100.

Using three telescopes, synchronous photographic observations of stellar flares in Pleiades aggregate in  $U, B, V$  system are carried out. During these observations on flare stars No. 105 and 156 "slow" flares are discovered.

The colour indices  $U-B$  and  $B-V$  of stellar flares in periods including the maximum of the flare (Table 7) slightly differ from that of photoelectrically defined for flares of UV Ceti type stars, which testifies the physical relationship of flare stars in aggregates and in the vicinity of the Sun.

## ЛИТЕРАТУРА

1. V. A. Ambartsumian, L. V. Mirzoyan, Variable Stars and Stellar Evolution, IAU Symposium No. 67, ed. V. Sherwood, L. Plaut, Reidel, Dordrecht, 1975, p. 3.
2. G. Haro, Bol. Obs. Tonantzintla, 2, 3, 1976.
3. В. А. Амбарцумян, Л. В. Мирзоян, Э. С. Парсмян, О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, Астрофизика, 6, 3, 1970.
4. Л. В. Мирзоян, О. С. Чавушян, Н. Д. Меликян, Р. Ш. Нацвлишвили, Г. Б. Оганян, В. В. Амбарян, А. Т. Гарибджанян, Астрофизика (в печати).
5. Л. В. Мирзоян, О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, Г. Б. Оганян, Н. Д. Меликян, Р. Ш. Нацвлишвили, М. К. Цветков, Астрофизика, 13, 205, 1977.
6. В. А. Амбарцумян, Л. В. Мирзоян, Э. С. Парсмян, О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, Э. С. Казарян, Г. Б. Оганян, И. И. Янкович, Астрофизика, 9, 461, 1973.
7. I. Jankovics, G. B. Ohanian, IBVS, No. 1455, 1978.
8. I. Jankovics, M. K. Tsvetkov, IBVS, No. 1456, 1978.
9. L. Rosino, G. Szecsényi-Nagy, IBVS, No. 1528, 1978.
10. H. S. Ghavushian, I. Jankovics, IBVS, No. 1626, 1979.
11. J. Kelemen, I. Jankovics, IBVS, No. 1696, 1979.
12. M. K. Tsvetkov, S. A. Tsvetkov, Assya G. Tsvetkova, IBVS, No. 1749, 1980.
13. I. Jankovics, J. Kelemen, M. K. Tsvetkov, IBVS, No. 1780, 1980.
14. В. А. Амбарцумян, Астрофизика, 14, 367, 1978.
15. В. А. Амбарцумян, Звезды, туманности, галактики, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1969, стр. 283.
16. H. L. Johnson, R. I. Mitchell, Ap. J., 128, 31, 1954.
17. О. С. Чавушян, Н. Д. Меликян, Вспыхивающие звезды, ред. Л. В. Мирзоян, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1977, стр. 74.
18. T. J. Moffett, Ap. J., Suppl. ser., 29, 1, 1974.
19. G. Haro, Symposium on Stellar Evolution, ed. J. Sahade, Astron. Obs. Nat. Univ. of La Plata, La Plata, 1962, p. 37.