

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 9

НОЯБРЬ, 1973

ВЫПУСК 4

ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ В ПЛЕЯДАХ. IV

В. А. АМБАРЦУМЯН, А. В. МИРЗОЯН, Э. С. ПАРСАМЯН, О. С. ЧАВУШЯН,
А. К. ЕРАСТОВА, Э. С. КАЗАРЯН, Г. Б. ОГАНЯН, И. И. ЯНКОВИЧ

Поступила 3 сентября 1973

Приводятся результаты фотографических наблюдений звездных вспышек в области Плеяд, выполненных в Бюракане, в основном, осенью 1972 г. и зимой 1972—1973 гг. На основе этих наблюдений, охватывающих время $233^{\text{h}}45^{\text{m}}$, а также ревизии более старых пластинок обнаружено 40 вспыхивающих звезд (табл. 1) и 66 повторных вспышек уже известных вспыхивающих звезд (табл. 2).

Продолжена единая нумерация вспыхивающих звезд в Плеядах, куда включены и вспыхивающие звезды, обнаруженные за этот период в других обсерваториях. Дается отождествление всех известных к 15 июля 1973 г. вспыхивающих звезд в области Плеяд (общим числом 430) по литературным источникам согласно единой нумерации (табл. 3).

Среди них отмечено 15 случаев повторного открытия уже известных вспыхивающих звезд. Таким образом, полное число известных вспыхивающих звезд в этой области достигло 415. Статистические данные о числах звезд, у которых обнаружено то или иное число вспышек, указывают на большие различия в средних частотах вспышек разных звезд. Обращено внимание на то, что вероятность обнаружения повторной вспышки, имеющейся на пластинке, больше, чем вспышек у ранее неизвестных вспыхивающих звезд.

Оценено полное число вспыхивающих звезд в рассматриваемой области неба, включая и те, которые могут быть обнаружены при дальнейшем применении употребляемых ныне фотографических методов, с учетом этой неодинаковой вероятности обнаружения вспышек у известных и новооткрываемых вспыхивающих звезд. Это число оценивается цифрой порядка 1000. Полученная новая оценка полного числа вспыхивающих звезд в Плеядах подтверждает аналогичную оценку, приведенную в предыдущей работе этой серии.

1. *Введение.* В 1968 г. один из авторов [1] на основе статистического исследования данных об известных в то время 61 вспыхивающей звезде в области Плеяд [2] пришел к заключению об обилии еще неоткрытых тогда вспыхивающих звезд в этом скоплении. С тех пор прошло пять лет. За это время наблюдениями области Плеяд с по-

мощью широкоугольных камер системы Шмидта, выполненными, в основном, в обсерваториях Асиаго, Бюраканской, Конколи и Тонанцинтла, уже обнаружено около 350 новых вспыхивающих звезд. Это больше первой грубой статистической оценки [1] общего числа звезд в Плеядах, казавшейся тогда чрезмерно высокой. В настоящее время не вызывает сомнений, что полное число вспыхивающих звезд в этой области по крайней мере втрое больше первоначальной оценки [3—5].

В предыдущих статьях этой серии [3—5] мы сообщали о результатах наблюдений области Плеяд, выполненных в Бюраканской астрофизической обсерватории, и о некоторых результатах статистического анализа всех известных данных об этих звездах. Эти результаты подтверждали, дополняли и уточняли выводы работы [1].

В настоящей статье* мы приводим данные о новых вспыхивающих звездах в Плеядах, а также о повторных вспышках ранее известных вспыхивающих звезд, обнаруженных в Бюракане** за последний год.

Они основаны на фотографических наблюдениях области Плеяд, выполненных на 40- и 21-дюймовых телескопах системы Шмидта, в основном осенью 1972 г. и зимой 1972—73 гг., и на ревизии более старых снимков. Общая продолжительность наблюдений, выполненных за указанный период в Бюракане, составляет на 40-дюймовом телескопе $—153^{\text{h}}25^{\text{m}}$, а на 21-дюймовом $—193^{\text{h}}20^{\text{m}}$, причем из них 113^{h} наблюдения выполнены обоими телескопами одновременно.

Всего обнаружено 40 новых вспыхивающих звезд и 66 повторных вспышек. В итоге, полное число известных вспыхивающих звезд в области Плеяд к 15 июля 1973 г., согласно известным нам данным, достигло 415, а число зарегистрированных повторных вспышек—538. Еще 103 повторные вспышки, согласно частному сообщению Г. Аро, обнаружены в последнее время в обсерватории Тонанцинтла. Данные об этих вспышках, к сожалению, еще не опубликованы.

2. *Новые вспыхивающие звезды.* После опубликования последней статьи настоящей серии [5] к началу 1973 года в Бюракане было открыто еще 30 новых вспыхивающих звезд в Плеядах [6]. В единой нумерации вспыхивающих звезд Плеяд они получили, соответственно, номера 342—371. С тех пор были обнаружены еще 10 новых вспыхи-

* В текст настоящей статьи, по сравнению с опубликованным в Препринте № 6 Бюраканской астрофизической обсерватории текстом, внесены небольшие исправления и добавления.

** В статью вошли также 3 новые вспыхивающие звезды и 6 повторных вспышек, обнаруженные О. С. Чавушяном и Л. Балашом на снимках, полученных на 24-дюймовом телескопе системы Шмидта обсерватории Конколи в Марта, в 1970—72 гг.

вающих звезд (№ 420—429), из них уже упомянутые выше 3 — в обсерватории Конколи, 24-дюймовым телескопом.

Табл. 1 содержит данные об этих 40 новых вспыхивающих звездах: номер по единой нумерации, экваториальные координаты, звездная величина и амплитуда (в большинстве случаев фотографические), дата

Таблица 1

НОВЫЕ ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ В ПЛЕЯДАХ

№	Звезда (НП)	α (1900)	δ (1900)	m_{pg}	Δm_{pg}	Дата вспышки	Телескоп	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9
342	1491	$3^h 36^m.0$	$23^\circ 53'$	$17^m.8$	$1^m.1$	14. 9.69	40"	$m_U, \Delta m_U$
343		35.9	22 36	21.0	5.2	15.11.69	21	
344		37.9	23 55	20.4	5.4	12. 1.70	21	
345		43.3	24 14	17.2	1.2	12. 1.70	40	
346		35.8	25 20	17.6	3.0	9. 9.70	40	
347		40.2	24 25	16.0	0.7	24. 7.71	40	
348		38.4	25 02	19.4U	4.2U	14. 8.72	40	
349		37.0	24 58	17.2U	0.8U	2. 9.72	40	
350		42.3	23 26	≥ 18.6	≥ 3.4	2. 9.72	40	
351		37.3	25 15	19.7	5.2	11. 9.72	40, 21	20.5, 7, 0
352	41.5	22 50	18.4	3.4	15. 9.72	40, 21	19.4, 5.5	
353	49.0	24 28	17.0U	0.6U	17. 9.72	40		
354	40.4	22 24	20.2	5.0	18. 9.72	21		
355	40.0	25 44	18.1	1.6	4.10.72	21		
356	35.6	22 07	20.5	5.5	9.10.72	21		
357	41.8	24 07	19.7U	2.9U	14.10.72	40		
358	1305	41.2	22 55	15.7U	1.3U	29.10.72	40	
359		37.4	25 43	18.4	3.0	4.11.72	21	
360		39.9	21 48	17.5	1.5	8.11.72	40, 21	Sp
361		33.6	23 56	19.0	3.0	30.11.72	40, 21	Sp
362		45.3	24 44	18.8	3.8	30.11.72	21	
363		41.3	23 31	18.3U	3.6U	1.12.72	40	
364		42.5	23 58	18.6	3.1	1.12.72	40, 21	19.6, 4.9
365		38.0	23 54	19.7	4.6	4.12.72	40, 21	20.5, 5.6
366		50.5	25 50	18.7	1.1	4.12.72	21	
367		49.0	22 46	18.0	2.1	8.12.72	40, 21	19.0, 2.2
368	45.7	25 11	17.2U	0.8U	26.12.72	40		
369	47.3	22 34	18.7	2.7	3. 1.73	40, 21	19.7, 4.4	
370	37.1	25 24	18.8U	2.9U	6. 1.73	40		
371	48.2	21 45	20.0U	3.8U	6. 1.73	40		

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
420		37.0	23 53	19.0	≥ 2.2	6. 9.70	40	
421		43.5	21 55	~ 17.0	~ 1.0	17. 9.71	40	
422		44.6	22 09	18.6	3.6	24.10.71	24	
423		50.4	24 02	17.8	3.0	25.10.71	24	
424		41.4	24 50	19.5U	6.4U	1.11.72	24	
425		49.7	25 58	18.3	1.7	11.11.72	21	
426		36.5	24 30	20.5	4.2	12.11.72	40, 21	Sp
427		35.6	25 21	14.2	1.2	26.11.72	21	
428		42.5	24 54	17.0U	1.0U	3.12.72	40	
429		34.1	22 09	18.3	1.9	4. 3.73	40, 21	19.3, 3.0

наблюдения вспышки и телескоп, на котором сфотографирована вспышка. В тех случаях, когда вспышки были наблюдаемы одновременно в фотографических и ультрафиолетовых лучах, в столбце „примечания“ даны звездная величина и амплитуда в ультрафиолете.

Следует отметить, что, как и прежде, в качестве вспышки рассматривались только те случаи быстрого возрастания блеска звезды, когда амплитуда заметно превышала 0.5 звездной величины. Значительное число обнаруженных нами вспышек, как новооткрытых, так и ранее известных вспыхивающих звезд, было зарегистрировано одновременно двумя телескопами системы Шмидта—40- и 21-дюймовыми, в большинстве случаев, соответственно, в ультрафиолетовых и фотографических лучах. В трех случаях (звезды № 360, 361 и 426) на 40-дюймовом телескопе в комбинации с объективной призмой сняты спектры вспышек, а на 21-дюймовом телескопе те же вспышки зарегистрированы в фотографических лучах.

Отметим, однако, что в случаях, когда быстрое возрастание яркости зарегистрировано обоими телескопами, то даже при амплитудах не больших, чем предельное значение 0.5 звездной величины можно говорить о реальной вспышке. По одной вспышке с амплитудой, равной 0.5 звездной величины были одновременно зарегистрированы 40- и 21-дюймовыми телескопами у звезд № 55, 111 и 280.

2. Повторные вспышки ранее известных вспыхивающих звезд. Как было отмечено выше, за время, прошедшее после опубликования предыдущей статьи этой серии [5], новыми наблюдениями и при ревизии старых снимков области Плеяд нами были зарегистрированы 66 повторных вспышек известных к этому времени вспыхивающих звезд. Данные об этих вспышках сведены в табл. 2.

Таблица 2

ПОВТОРНЫЕ ВСПЫШКИ ИЗВЕСТНЫХ ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД В ПЛЕЯДАХ

№	Звезда (ИП)	α (1900)	δ (1900)	m_{pg}	Δm_{pg}	Дата вспышки	Телескоп	Примечания
1	2	2	4	5	6	7	8	9
1		3 ^h 33 ^m 5	24° 39'	14. ^m 5	0. ^m 9	4.10.72	21"	$m_U \Delta m_U$
13	686	39.6	23 59	14.6	2.0	4.11.72	21	
14	906	40.2	24 22	15.9	0.7	18.12.71	24	
18		41.6	22 02	16.6	1.5	10. 9.72	40	
					1.7	14.10.72	40, 21	18.0, 3.0
					0.9	9.11.72	40, 21	Sp
23		42.4	24 36	20.1U	7.4U	4.01.73	40	
39		37.1	24 30	17.2	0.8	10.12.72	40, 21	17.2, 2.4
40		37.2	24 22	18.0	1.0	1.01.70	40	
					>2.0U	2. 9.72	40	
47	vM6	40.5	23 51	17.0	0.9	3. 1.73	40, 21	18.4, 2.1
55	2411	43.7	24 01	15.5	0.7	20. 9.71	40	
					0.5	1.12.72	40, 21	16.8, 1.0
					1.2	3.12.72	40, 21	2.7
69		37.9	25 09	18.2	2.5	22.11.68	21	
73	335	38.4	23 45	16.1U	1.4U	7.12.72	40	
75		38.7	25 02	14.8	1.0U	2. 9.72	40	
					1.1	14. 9.72	40, 21	15.8, 2.0
					1.0U	6. 1.73	40	
80	1069	40.6	23 40	14.55	0.6	13.10.72	40, 21	16.5, 1.0
83		42.0	22 15	17.0	0.7	20. 9.69	40	
					0.7	24. 2.71	40	
91		43.8	21 52	15.9	0.7U	1.12.72	40	
98		47.0	24 27	20.0U	3.0	15. 9.72	40	
					4.6U	25.12.72	40	
100		49.8	23 37	16.8	1.4	8.11.72	21	
					2.0	6. 2.73	21	
101		33.2	24 25	17.8	0.9	11. 9.70	40	
					1.8	4. 9.72	40	
102		34.8	24 50	19.0	3.4	5.10.72	21	

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
103		36.9	23 08	16.2	0.9	12. 9.69	40	
					1.5	29.11.72	21	
111	3104	45.7	22 53	16.5U	1.0U	21. 8.72	40	
					0.5U	9.12.72	40	
118		37.3	24 20	17.5	1.0	16.01.71	24	
143		39.3	24 57	17.5	1.9	20. 8.72	40, 21	18.5, 3.1
145		41.9	22 06	19.2	2.0	3.12.72	40, 21	20.2, 3.4
151	1103	40.7	23 06	16.8	1.5	10. 9.70	40	
160	347	38.5	24 32	15.5	0.6	3.12.72	40, 21	16.6, 1.1
					1.0	14. 9.69	40	
172		36.1	22 38	18.5	5.0	24.11.72	21	
173		37.2	22 29	18.0U	3.0U	2. 9.72	40	
177		31.0	22 26	15.7	0.7	6.12.72	21	
179		38.6	24 22	18.0	0.6	20. 9.71	40, 21	19.0, 1.0
					1.7	16. 9.72	40, 21	3.1
					1.6	10.12.72	40, 21	2.8
181		35.1	22 02	17.8	1.7	16. 9.72	40, 21	18.8, 3.4
196		39.3	24 15	17.5	0.8	4.12.72	40, 21	18.5, 2.7
202		39.3	23 03	20.5U	3.0U	26.12.72	40	
203		39.8	24 20	17.6	0.9	14. 9.71	40	
240		41.9	24 12	17.3	0.6	18.12.71	24	
					0.8	3. 2.72	24	
245		37.2	24 26	18.4	1.2	16. 9.69	40	
					1.8	11. 8.72	40, 21	
249		38.9	25 13	18.1	1.0	7. 8.72	40	
257		42.7	24 18	18.6	1.9	10.11.72	40, 21	Sp
267		41.0	24 56	17.5	2.1	2.12.72	40, 21	18.5, 2.7
278		36.8	23 01	18.0	1.7	9.11.69	21	
279		45.6	25 30	20.0U	3.4U	7.12.72	40	
280		38.5	25 17	16.5	0.5	30.10.72	40, 21	17.5, 2.2
326		38.5	25 03	18.4	2.9U	3.12.72	40	
					1.9	4.12.72	40, 21	20.0, 4.5
335	1321	41.2	23 26	17.6U	2.2U	7.12.72	40	
351		37.3	25 15	18.3	1.8	24.10.71	24	
352		41.5	22 50	18.6	1.6	18.12.71	24	
363		41.3	23 31	17.3	0.9	20. 8.72	40, 21	18.3, 1.3

Треть включенных в табл. 2 повторных вспышек была зарегистрирована двумя наблюдателями, соответственно, на 40- и 21-дюймовых телескопах системы Шмидта, в том числе по одной повторной вспышке у звезд № 18 и № 257 зарегистрированы с объективной призмой на 40-дюймовом телескопе и на прямых снимках 21-дюймового.

4. О единой нумерации вспыхивающих звезд в Плеядах. В предыдущих наших статьях [3—5] мы придерживались общей нумерации вспыхивающих звезд, обнаруженных в Плеядах, начатой Аро [2]. Более того, в эту нумерацию мы включали, по мере поступления предварительных сообщений, вспыхивающие звезды, обнаруженные в других обсерваториях (Асиаго, Конколи). Эту же нумерацию продолжали до последнего времени Аро и сотрудники.

Однако, в последнее время Аро [7] отошел от этой единой нумерации и использует для вспыхивающих звезд в Плеядах разнородную нумерацию с указанием обсерваторий (напр. А73—Асиаго 73, В221—Бюракан 221, Т16—Тонанцинтла 16 и т. д.).

Нам кажется, что для практического применения очень важно сохранить и продолжить единую нумерацию вспыхивающих звезд. Исходя из этого, и в настоящей статье мы продолжаем общую нумерацию вспыхивающих звезд в Плеядах. Это тем более целесообразно, что в настоящее время к наблюдениям вспыхивающих звезд привлечены и другие обсерватории, причем каждая из них использует свою собственную нумерацию.

Для удобства мы включили в единую нумерацию и все вспыхивающие звезды, обнаруженные за последнее время в других обсерваториях, в том числе в обсерватории Тонанцинтла.

В табл. 3 дается распределение известных нам (к 15 июля 1973 г.) вспыхивающих звезд в области Плеяд по литературным источникам, согласно единой нумерации.

Во втором столбце этой таблицы даются указания на источники, где была введена единая нумерация рассматриваемых звезд, а в четвертом столбце приводятся ссылки на работы, в которых дается первоначальная нумерация. Заметим, что часть звезд, открытых в Тонанцинтла, и все звезды, открытые в Бюракане, с самого начала получали обозначения в единой нумерации. В третьем столбце таблицы дается отождествление обозначений единой и первоначальной нумераций.

За основу принят хронологический порядок появления печатных или рукописных сообщений. Однако неизбежны иногда и отклонения от хронологического порядка. Например, звезда Асиаго 10, которая

до сих пор отождествлялась со звездой № 8 = Т8 = НII 357, однако согласно сообщению [15] оказалась новой вспыхивающей звездой (НII 435). В единой нумерации ей присвоен номер 430.

Таблица 3

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ ЕДИНОЙ НУМЕРАЦИИ ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД В ПЛЕЯДАХ С НУМЕРАЦИЕЙ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ В ПЕРВОИСТОЧНИКАХ (А—АСИАГО, В—БЮРАКАН, К—КОНКОЛИ, S—ЗОННЕБЕРГ, Т—ТОНАНЦИНТЛА)

№ по единой нумерации	Литература	Отождествление	Литература
1	2	3	4
1—61	[2]	1—33=Т1—33	[8]
		34—36=Т34—36	[2]
		37, 38=А5, 7	[9]
		39—43=Т39—43	[2]
		44=А9	[9]
		45, 46=Т45, 46	[2]
		47=А2	[9]
		48, 49=Т48, 49	[2]
		50=А4	[9]
		51=Т51	[2]
		52—54=А1, 8, 3	[9]
		55, 56=Т55, 56	[2]
		57=А6	[9]
		58=Т58	[2]
		59=А?*	[2]
		60, 61=Т60, 61	[2]
62—100	[10]	62—100=Т62—100	[10]
101—146	[3]	101—112=Т101—112	[11]
		113—128=В113—128**	[3]
		129, 130=К1, 2	[3]
		131—137=А14—20	[12]
		138, 139=А22, 23	[12]
		140—146=А25—31	[12]
147—159	[13]	147—159=Т147—159	[13]
160—166	[14]	160—166=Т160—166	[14]

* Аро [2], со ссылкой на неопубликованную работу Розино, вспыхивающую звезду № 59 отождествляет с одной из звезд первого списка Розино. Однако в опубликованном первом списке Розино [9] мы не смогли найти эту звезду. Возможно, что в [2] ссылка ошибочная и звезда № 59 обнаружена в обсерватории Тонанцинтла.

** Звезда № 128 обнаружена в Алма-Атинской астрофизической обсерватории АН Казахской ССР.

Таблица 3 (продолжение)

1	2	3	4
167—221	[4]	167—171 = B167—171 172 = A32 173, 174 = B173, 174 175, 176 = A33, 34 177—181 = B177—181* 182—184 = A36—38 185 = B185 186—190 = A39, 40, 42, 45, 46 191—194 = B191—194 195 = K3 196 = B196 197, 198 = A47, 48 199, 200 = B199, 200 201 = A50 202, 203 = B202, 203 204 = A52 205—209 = B205—209 210 = K5 211—221 = B211—221	[4] [15] [4] [15] [4] [15] [4] [15] [4] [16] [4] [15] [4] [15] [4] [15] [4] [16] [4]
222—297	[5]	222, 223 = B222, 223 224—226 = A73, 74, 77 227—237 = B227—237 238—243 = A54, 55, 60, 62, 66, 70 244—297 = B244—297	[5] [17] [5] [17] [5]
298—307	Настоящая статья	298—300 = A80—82 301—303 = A89—91 304 = A94 305—307 = A99—101	[18] [18] [18]
308—341	Настоящая статья	308—319 = T1b—12b 320—341 = T13b—34b	[19] [20]
342—371	[6]	342—371 = B342—371	[6]
372—430	Настоящая статья	372, 373 = K7, 8 374—376 = K10—12 377—383 = S10767—10773 384—392 = A108—116 393—413 = T35b—55b 414—419 = K16, 17, 19, 20, 22, 23 420—429 = B420—429 430 = A10	[21] [21] [22] [23] [24] [25] Настоящая статья [9, 15]

* Вспышка, на основе которой обнаружена вспышечная переменность звезды № 181, была наблюдаена одновременно в Бюракане и Асиаго (A35) [15].

В единой нумерации последняя вспыхивающая звезда имеет порядковый номер 430. Однако общее число известных в области Плеяд вспыхивающих звезд несколько меньше, так как имеются случаи повторной нумерации. Некоторые из них были отмечены нами ранее [5]*. Ниже приводятся 15 известных случаев повторной нумерации вспыхивающих звезд в Плеядах.

148 = 118	221 = 180	321 = 278
152 = 121	247 = 100	342 = 310
159 = 115	248 = 154	348 = 326
169 = 158	283 = 71	365 = 324
190 = 99	318 = 279	405 = 350

Во всех случаях второй наблюдатель зарегистрировал повторную вспышку уже обнаруженной ранее другим наблюдателем вспыхивающей звезды. Это, в основном, было обусловлено отсутствием соответствующих карт отождествления у второго наблюдателя. По этой причине не исключено обнаружение новых случаев повторной нумерации и в будущем.

5. *О полном числе вспыхивающих звезд в Плеядах.* Вопрос о полном числе вспыхивающих звезд в звездных агрегатах, как отмечалось нами ранее [1, 3—5], имеет принципиальное значение. Обилие вспыхивающих звезд в молодых звездных системах непосредственно свидетельствует о том, что способность производить время от времени вспышки является общим и весьма важным свойством карликовых звезд в ранние и притом довольно длительные периоды их развития. Точнее говоря, фаза вспыхивающей звезды является одной из ранних фаз эволюции карликовых звезд, следующей за фазой RW Возничего [26].

Накопленный за последний год наблюдательный материал, заметно обогативший наши данные о вспыхивающих звездах в Плеядах, можно использовать для нового рассмотрения этого вопроса в случае системы Плеяд.

Распределение известных к 15 июля 1973 г. вспыхивающих звезд в области Плеяд по числу наблюдаемых вспышек представлено в третьем столбце табл. 4 (n_k —число звезд, у которых наблюдались по k вспышек).

* Авторы благодарны Г. Аро за его сообщение о некоторых обнаруженных им случаях повторной нумерации.

В данные табл. 4 не включены вспышки звезды № 55 (HIP 2411), входящей в систему Гиад [27]. Таким образом, число наблюдаемых повторных вспышек известных вспыхивающих звезд в Плеядах (453) близко к числу самих звезд.

Таблица 4
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД
В ОБЛАСТИ ПЛЕЯД ПО ДАННЫМ НА 1972 И
1973 гг.

k	n_k		Δn_k
	1972	1973	
1	209	252	43
2	45	63	18
3	18	42	24
4	10	27	17
5	5	8	3
≥ 6	3	22	19
Всего	290	414	124

Примерное равенство числа известных вспыхивающих звезд и числа их повторных вспышек при отсутствии наблюдательной селекции могло бы рассматриваться как свидетельство того, что обнаружена примерно половина всех вспыхивающих звезд в Плеядах.

Однако легко показать, что этот факт обусловлен тем, что при просмотре полученных многоэкспозиционных снимков наблюдатели невольно уделяют особое внимание уже известным вспыхивающим звездам, а также наличием среди рассматриваемых звезд небольшой группы вспыхивающих звезд, обладающих высокой частотой вспышек [4, 5].

Применение простой формулы [3—5]

$$n_0 = \frac{n_1^2}{2n_2} \quad (1)$$

к данным, относящимся к 1973 г., приводит к $n_0 = 504$ для числа вспыхивающих звезд, у которых еще не наблюдались вспышки, то есть для неизвестных пока вспыхивающих звезд.

Складывая число неизвестных вспыхивающих звезд с числом уже известных, получим полное число вспыхивающих звезд в области Плеяд:

$$N = 918. \quad (2)$$

Если учесть, что формула (1) дает лишь нижний предел величины n_0 , то отсюда следует, что до сих пор наблюдениями обнаружено меньше половины всех вспыхивающих звезд в области Плеяд.

Более точную оценку полного числа вспыхивающих звезд в области Плеяд можно получить, учитывая возможные различия в средней частоте вспышек у рассматриваемых вспыхивающих звезд. Как показано в наших предыдущих статьях, все наблюдаемые значения n_k хорошо представлялись посредством сложения двух распределений Пуассона с различными частотами. Это свидетельствует о наличии среди вспыхивающих звезд Плеяд по крайней мере двух групп звезд, обладающих различными средними частотами вспышек.

Как указывалось выше, наблюдатели систематически уделяют больше внимания изображениям уже обнаруженных вспыхивающих звезд. Более того, при наличии вспышек с малой амплитудой, они у таких звезд более уверенно констатируют наличие вспышек. Итак, вероятность открытия вспышек у известных вспыхивающих звезд значительно больше, чем у звезд, не наблюдаемых во вспышках. Следовательно, мы допускаем определенную ошибку, предполагая одинаковую среднюю частоту наблюдаемых вспышек у известных и неизвестных вспыхивающих звезд. Вследствие наблюдательной селекции частота наблюдаемых вспышек у первых из них заметно больше.

В связи с этим формулы, использованные нами в предыдущих статьях этой серии [3—5] для статистического анализа вспышек, в частности формулу (1), следует преобразовать с учетом наблюдательной селекции.

6. *Оценка полного числа вспыхивающих звезд в Плеядах с учетом наблюдательной селекции.* В предыдущих статьях этой серии [3—5] принималось, что число k вспышек, происшедших за суммарное время t , у отдельно взятой звезды—величина случайная, имеющая пуассоновское распределение. В этом случае, считая среднюю частоту вспышек одинаковой для всех N звезд в данной системе, можно определить, с достаточным приближением, числа — n_k звезд, у которых были зарегистрированы по k вспышек, с помощью их математических ожиданий [3]

$$n_k = N e^{-\nu t} \frac{(\nu t)^k}{k!}. \quad (3)$$

При допущении наличия в системе двух групп вспыхивающих звезд содержащих, соответственно, N_1 и N_2 звезд со средними частотами вспышек ν_1 и ν_2 , вместо формулы (3) мы имели [3]

$$n_k = N_1 e^{-\nu_1 t} \frac{(\nu_1 t)^k}{k!} + N_2 e^{-\nu_2 t} \frac{(\nu_2 t)^k}{k!}. \quad (4)$$

С учетом наблюдательной селекции, выражающейся, как указывалось выше, в том, что вероятность наблюдения вспышки у известных вспыхивающих звезд несколько больше, чем у только что открываемых, эти формулы преобразуются в следующие:

$$n_k = \frac{aN}{(1-a)^k} e^{-\nu t} \left\{ e^{(1-a)\nu t} - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{[(1-a)\nu t]^i}{i!} \right\} \quad (3')$$

и

$$n_k = \frac{aN_1}{(1-a)^k} e^{-\nu_1 t} \left\{ e^{(1-a)\nu_1 t} - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{[(1-a)\nu_1 t]^i}{i!} \right\} + \frac{aN_2}{(1-a)^k} e^{-\nu_2 t} \left\{ e^{(1-a)\nu_2 t} - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{[(1-a)\nu_2 t]^i}{i!} \right\}, \quad (4')$$

справедливые при $k > 1$.

Вывод формул (3') и (4') приводится в математическом Приложении к настоящей статье, где они имеют, соответственно, номера (A6) и (A7). В случае $k = 0$ следует использовать, соответственно, формулы (A8) и (A9) Приложения.

Во всех этих формулах фигурирует величина a , представляющая вероятность обнаружения вспышки у еще неизвестной вспыхивающей звезды при просмотре пластинки, на которой зафиксирована её вспышка. Очевидно, что эта вероятность должна быть различной для различных наблюдателей. Тем не менее, по-видимому, можно ввести какое-то эффективное значение коэффициента a , относящееся ко всему имеющемуся наблюдательному материалу. Можно думать, что величина a порядка 0.8. На самом деле, при просмотре изображений уже известных вспыхивающих звезд, как указывалось, естественно поддаться соблазну и регистрировать вспышки с малыми амплитудами, порядка 0.5 звездной величины и меньше. Это может привести к тому, что эффективное значение a уменьшится по отношению к тому идеальному случаю, когда нижний предел амплитуды регистрируемых вспышек одинаков для открываемых и известных вспыхивающих звезд. Конечно, теоретически величину a следует получить на основе анализа статистики наблюдений. Несомненно, что это будет сделано в дальнейшем после получения более богатого материала. Пока же мы решили определить значения параметров N_1 , N_2 , $\nu_1 t$, $\nu_2 t$, в формуле (4'), приняв $a = 0.8$, а затем для $a = 1.0$. Последнее эквивалентно использованию формулы (4), применяемой в предыдущих наших статьях [3—5].

В табл. 5 дается сопоставление наблюдаемых значений n_k по всей совокупности опубликованных вспышек в Плеядах (табл. 4) и значений тех же величин, вычисленных по формуле (4') = (A7) при следующих комбинациях соответствующих параметров:

$$\text{I } a = 0.8, N_1 = 940, N_2 = 140, \nu_1 t = 0.45, \nu_2 t = 3.7, (N_1 + N_2 = 1080).$$

$$\text{II } a = 1.0, N_1 = 900, N_2 = 120, \nu_1 t = 0.40, \nu_2 t = 3.6, (N_1 + N_2 = 1020).$$

Таблица 5
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НАБЛЮДЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ n_k С ПОМОЩЬЮ ФОРМУЛЫ (4') = (A7).

k	n_k		
	(набл.)	(выч.)	
		I, $a = 0.8$	II, $a = 1.0$
0	—	663	606
1	252	241	253
2	63	75	69
3	42	36	33
4	27	26	24
5	8	18	16
≥ 6	22	21	19

Сравнивая наблюдаемые числа n_k с вычисленными по обеим комбинациям, мы видим, что введение параметра $a = 0.8$, во всяком случае, не дало существенного улучшения представления наблюдений. Считая, однако, что в обоих случаях результат является „сносным“, мы приходим к выводам:

1. Полное число вспыхивающих звезд в области Плеяд должно быть больше 1000;

2. Встречаются сильно отличающиеся друг от друга частоты вспышек.

Оба этих вывода подтверждают результаты, полученные нами в предыдущей работе [5].

Приложение

Вывод закона распределения числа обнаруженных у звезды вспышек. Как и в предыдущих работах настоящей серии [3—5], мы будем считать, что число вспышек k , происшедших за суммарное время наблюдений t у данной звезды, является случайной величиной, распределенной по закону Пуассона:

$$p_k = e^{-\nu t} \frac{(\nu t)^k}{k!}, \quad (A1)$$

где ν — средняя частота вспышек.

При этом до сих пор считалось, что каждая вспышка, происшедшая во время экспозиций и поэтому вышедшая на пластинке, при обработке открывается. Между тем, опыт показал, что не всякая вспышка, имеющаяся на пластинке, обнаруживается. В пользу этого говорят случаи, когда вспышки обнаруживались при повторных просмотрах уже просмотренных пластинок, а также то, что при повторных просмотрах особенно большим оказывается число вспышек уже известных вспыхивающих звезд, поскольку к этим звездам проявляется, естественно, особое внимание.

Если бы вероятность α обнаружения имеющейся на пластинке вспышки была бы во всех случаях одинакова, то для распределения количества обнаруженных вспышек имел бы место тот же закон Пуассона, в который, однако, вместо действительной частоты ν входила бы эффективная частота

$$\nu' = \alpha\nu. \quad (A2)$$

Но, как уже указывалось, после установления того, что данная звезда вспыхивающая, ее изображения просматриваются более тщательно, и поэтому мы можем допустить, что практически все происходящие повторные вспышки обнаруживаются.

Вследствие этого пуассоновский характер распределения числа обнаруженных за время t вспышек нарушается. Для вывода закона распределения, имеющего место в таких условиях, напишем сначала вероятность того, что имело место i вспышек, из которых обнаружено некоторое количество $k \leq i$. Примем сначала, что $k > 0$. Очевидно, что искомая вероятность равна произведению вероятности того, что в действительности произойдет i вспышек, определяемой формулой (A1), на вероятность того, что первые $i-k$ вспышек не будут обнаружены и, наконец, на вероятность α того, что $i-k+1$ -ая вспышка будет обнаружена, т. е.

$$p_k^i = \alpha (1 - \alpha)^{i-k} e^{-\nu t} \frac{(\nu t)^i}{i!}. \quad (A3)$$

При этом мы принимаем, что вспышки, имеющие место после $i-k+1$ -ой, обязательно обнаруживаются. Именно при написании (A3) существенно, что принимается $k \geq 1$.

Чтобы получить вероятность p_k обнаружения k вспышек, очевидно, необходимо указанное выражение просуммировать по всем $i \geq k$. Иными словами

$$p_k = \alpha \sum_{i=k}^{\infty} e^{-\nu t} (1-a)^{i-k} \frac{(\nu t)^i}{i!}. \quad (\text{A4})$$

Суммируя ряд в правой части (A4), получим конечное выражение

$$p_k = \frac{\alpha}{(1-a)^k} e^{-\nu t} \left\{ e^{(1-a)\nu t} - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{[(1-a)\nu t]^i}{i!} \right\}. \quad (\text{A5})$$

На практике, однако, часто удобно пользоваться бесконечным рядом (A4).

В случае, если все N вспыхивающих звезд исследуемого агрегата имеют одни и те же средние частоты вспышек, то для математического ожидания числа звезд n_k , у которых обнаружено по k вспышек, будем иметь

$$n_k = \frac{\alpha N}{(1-a)^k} e^{-\nu t} \left\{ e^{(1-a)\nu t} - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{[(1-a)\nu t]^i}{i!} \right\}. \quad (\text{A6})$$

Если же, например, агрегат содержит звезды, имеющие две разные частоты ν_1 и ν_2 , а соответствующие полные числа звезд N_1 и N_2 , то

$$\begin{aligned} n_k &= \frac{\alpha N_1}{(1-a)^k} e^{-\nu_1 t} \left\{ e^{(1-a)\nu_1 t} - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{[(1-a)\nu_1 t]^i}{i!} \right\} + \\ &+ \frac{\alpha N_2}{(1-a)^k} e^{-\nu_2 t} \left\{ e^{(1-a)\nu_2 t} - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{[(1-a)\nu_2 t]^i}{i!} \right\}. \end{aligned} \quad (\text{A7})$$

При $k = 0$, очевидно, будем иметь

$$n_0 = N e^{-a\nu t}, \quad (\text{A8})$$

в простом случае, а при наличии двух групп звезд с различными средними частотами вспышек

$$n_0 = N_1 e^{-a\nu_1 t} + N_2 e^{-a\nu_2 t}. \quad (\text{A9})$$

Формула (A7) при $a \rightarrow 1$ переходит в формулу (4), приведенную в основном тексте, которую и следует применять при a , равном единице.

FLARE STARS IN PLEIADES. IV

V. A. AMBARTSUMIAN, L. V. MIRZOYAN, E. S. PARSAMIAN,
H. S. CHAVUSHIAN, L. K. ERASTOVA, E. S. KAZARIAN,
G. B. OHANIAN, I. I. JANKOVICH

The results of photographic observations of stellar flares in the Pleiades region carried out at Byurakan mainly during the autumn 1972 and the winter 1972—1973 (total time of observations 233^h45^m) are given. In all, 40 new flare stars (Table 1) and 66 repeated flares of the known flare stars (Table 2) have been found.

The general numeration of flare stars in Pleiades including also the flare stars found at the other observatories during the same period is continued. The identification of all known flare stars in the Pleiades region (total number 430) up to July 15, 1973 according to the literature sources and the general numeration is given (Table 3).

Among them 15 cases of repeated discoveries of already known flare stars are noticed. Thus the total number of known flare stars in this region reached 415. The statistical data concerning the numbers of flare stars observed in flare-ups indicate large differences in the mean flare frequencies of different stars. The case is considered when the probability of finding a repeated flare-up existing on the plates is larger than that of flares of stars not yet discovered.

The total number of flare stars in the region under review including the number of stars which can be found in the future was estimated, taking into account the difference of finding probabilities of flares of known and not yet known flare stars. This number is of the order of 1000. This estimate of the total number of flare stars in Pleiades confirms the estimates given in the previous article of this series.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В. А. Амбарцумян, *Звезды, туманности, галактики*, АН Арм.ССР, Ереван, 1969, стр. 283.
2. G. Haro, *Stars and Stellar Systems*, Vol. 7, ed V. M. Middlehurst and L. H. Aller, University of Chicago Press, Chicago, 1968, p. 141.
3. В. А. Амбарцумян, Л. В. Мирзоян, Э. С. Парсамян, О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, *Астрофизика*, 6, 7, 1970.
4. В. А. Амбарцумян, Л. В. Мирзоян, Э. С. Парсамян, О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, *Астрофизика*, 7, 319, 1971.
5. В. А. Амбарцумян, Л. В. Мирзоян, Э. С. Парсамян, О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, Э. С. Казарян, Г. Б. Оганян, *Астрофизика*, 8, 485, 1972.

6. В. А. Амбарцумян, Л. В. Мирзоян, Э. С. Парсамян, О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, Э. С. Казарян, Г. Б. Оганян, И. И. Янкович, Предварительное сообщение о новых вспыхивающих звездах в Плеядах, обнаруженных в Бюрокане, для каталога Тонанцинтла, 1972.
7. G. Haro, G. Gonzalez, Bol. Obs. Tonantzintla, 6, No. 38, 149, 1972.
8. G. Haro, E. Chavira, Vistas in Astronomy, Vol. 8. ed. A. Beer and K. Aa. Strand, Pergamon Press, London, 1964, p. 89.
9. L. Rosino, Contr. Asiago Obs., No. 189, 1966.
10. G. Haro, E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, No. 31, 23, 1969.
11. E. S. Parsamian, E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, No. 31, 35, 1969.
12. L. Rosino, L. Pigatto, Contr. Asiago Obs., No. 231, 1969.
13. G. Haro, E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, No. 34, 181, 1970.
14. G. Haro, G. Gonzalez, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, No. 34, 191, 1970.
15. L. Pigatto, L. Rosino, Contr. Asiago Obs., No. 246, 1971.
16. L. G. Balazs, R. V. Vardanian, IBVS, No. 293, 1970.
17. L. Rosino, L. Pigatto, Colloquim on Variable Stars, Veroff. Bamberg, 9, No. 100, 116, 1971.
18. L. Rosino, L. Pigatto, Asiago Obs. Preprint, 1972.
19. G. Haro, E. Chavira, IBVS, No. 715, 1972.
20. G. Haro, E. Chavira, IBVS, No. 716, 1972.
21. L. G. Balazs, L. Patkos, IBVS. No. 688, 1972.
22. W. Gotz, IBVS, No. 771, 1973.
23. L. Pigatto, IBVS, No. 776, 1973.
24. G. Haro, E. Chavira, IBVS, No. 788, 1973.
25. L. G. Balazs, M. Kun, G. Szecsenyi-Nagy, IBVS, No. 803, 1973.
26. В. А. Амбарцумян, Астрофизика, 6, 31, 1970.
27. G. Haro, E. S. Parsamian, Bol. Obs. Tonantzintla, 5, No. 31, 41, 1969.