

УДК: 524.338.6

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ЧАСТОТЫ ВСПЫШЕК ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД. III. ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ АССОЦИАЦИИ ОРИОНА

А.А.АКОПЯН, Л.А.САРГСЯН

Поступила 22 июня 2001

Принята к печати 23 ноября 2001

Рассмотрен вопрос о возможном изменении частоты вспышек вспыхивающих звезд ассоциации Ориона. Показано, что из выбранных 23 звезд, показавших по 4 и более вспышек, у 13 можно заподозрить изменение частоты вспышек на уровне значимости 0.1.

1. *Введение.* В предыдущих работах [1,2], привлекая методы, разработанные в современной теории обнаружения изменения свойств стохастических сигналов и динамических систем, был предложен способ обнаружения изменения частоты вспышек вспыхивающих звезд.

В данной работе исследуется вопрос о возможных изменениях вспышечной активности вспыхивающих звезд ассоциации Ориона. Вопрос о переменной вспышечной активности вспыхивающих звезд звездных систем рассматривался неоднократно [3-5]. В работе Парсамян и Эндрюса [3] из списка вспыхивающих звезд ассоциации Ориона для дальнейшего исследования были выбраны звезды, показавшие по 5 и более вспышек. Весь наблюдательный период времени был разбит на две части, и по наблюдаемой частоте вспышек в первом интервале вычислялось теоретически ожидаемое число вспышек во втором интервале и его дисперсия. Если теоретически ожидаемое число вспышек во втором интервале значительно отличалось от соответствующего наблюдаемого, то данная звезда подозревалась в переменной вспышечной активности.

В работе Мирзояна и Оганян [5], для обнаружения возможной цикличности вспышечной активности вспыхивающих звезд скопления Плеяды, весь наблюдательный период времени был разбит на две примерно равные части и были вычислены теоретические отношения числа вспыхивающих звезд, показавших по k вспышек в каждом интервале, к числу звезд, показавших по $2k$ вспышек за весь период. Сравнение теоретических и наблюдаемых отношений показало, что для всех значений k теоретически ожидаемые значения больше соответствующих наблюдаемых. Согласно авторам [5], это согласуется с предположением о цикличности вспышечной активности вспыхивающих звезд скопления Плеяды.

Применение метода, предложенного в [1], к вспышкающим звездам скоплений и ассоциаций может привести к существенно новым результатам. В работе [2] мы применили его для обнаружения возможного изменения частоты вспышек вспышкающих звезд скопления Плеяды. Из выбранных 75 звезд, показавших по 5 и более вспышек, у 33 заподозрено изменение частоты вспышек на уровне значимости 0.1. У наиболее часто вспыхнувших звезд (Т91 и Т377), кроме основного момента изменения частоты, были обнаружены также статистически значимые вторичные моменты изменения.

В основе всех способов - обнаружение отклонения наблюдательных данных от теоретического пуассоновского распределения. В настоящее время нет достаточных оснований отказаться от предположения о случайном характере распределения вспышек. Поэтому в [1,2] был рассмотрен вопрос: является ли последовательность вспышек стационарным пуассоновским процессом или кусочно-стационарным пуассоновским процессом, при котором в отдельных интервалах времени наблюдений параметр пуассоновского распределения (частота вспышек) имеет разные значения?

Этот же подход использован и в данной работе при рассмотрении вопроса о переменной вспышечной активности вспышкающих звезд ассоциации Ориона. Детальное описание метода приводится в предыдущих работах [1,2].

2. Обработка данных и результаты. При выполнении работы [2] использовался электронный вариант каталога вспышкающих звезд скопления Плеяды, имеющийся в Астрономическом центре данных Страсбурга. К сожалению, аналогичного каталога для вспышкающих звезд ассоциации Ориона не оказалось. Поэтому мы создали электронный вариант каталога вспышкающих звезд ассоциации Ориона на основе каталога Нацвлишвили [6], дополнив его новыми данными из работ [7-10], в которых на основе ревизии наблюдательного материала, полученного в Тонантцинтле и в Бюракане, опубликованы списки новых вспышкающих звезд и вспышек. В результате в каталоге приводятся данные о 552 вспышкающих звездах и 815 вспышек. Более детальное описание каталога выходит за рамки данной работы.

Особенностью астрономических наблюдений является то, что невозможно получить длинный ряд непрерывных наземных наблюдений. Поэтому введем "условное время", состоящее из последовательно "склеенных" отрезков наблюдений, и расположим все вспышки в хронологическом порядке. Тогда отношение момента условного времени вспышки (t) к общему времени наблюдений (T) можно принять равным отношению порядкового номера вспышки (m) к общему числу вспышек (M):

$$\frac{t}{T} = \frac{m}{M}.$$

Такой способ представления отношения момента условного времени вспышки к общему времени наблюдений был предложен Амбарцумяном [11]. Соответствие между условным временем (номером вспышки) и

реальной датой наблюдения вспышки можно установить с помощью функции распределения дат зарегистрированных вспышек (рис.1). Для ассоциации Ориона общее время наблюдений составляет $T = 1679$ часов [4].

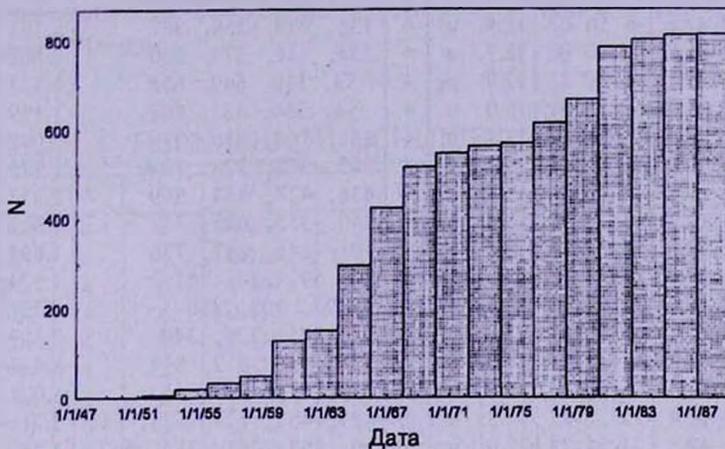


Рис.1. Распределение дат вспышек вспыхивающих звезд ассоциации Ориона.

Для дальнейшей обработки из каталога вспыхивающих звезд были отобраны все звезды (23), показавшие по четыре и более вспышек (табл.1). Для всех этих звезд были вычислены статистики Λ , Λ_2 [1,2]. В первом столбце табл.1 приводится название звезды, во втором и третьем - экваториальные координаты на 2000г., в четвертом - визуальная звездная величина, в пятом - количество вспышек, в шестом - порядковые номера вспышек, в седьмом и восьмом - вычисленные значения Λ , Λ_2 .

Звезда подозревается в переменной вспышечной активности, если для данного числа вспышек значения Λ , Λ_2 превышали соответствующие пороговые величины $c(\alpha)$ [2].

В табл.2 приведен список звезд, у которых обнаружено изменение вспышечной активности на уровне значимости 0.1. В первом столбце приводится название звезды, во втором - общее число зарегистрированных вспышек, в третьем - число вспышек до момента изменения частоты, в четвертом τ/T - отношение момента изменения к общей продолжительности наблюдений, в пятом и шестом - оценки частоты вспышек до и после изменения частоты вспышек, в седьмом - вероятность наблюдаемого распределения вспышек по интервалам времени τ и $(T - \tau)$ при предположении о постоянной частоте:

$$p = \frac{\tau^k (T - \tau)^{n-k}}{T^n} \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

Из полученных результатов следует, что у около 50% вспыхивающих звезд ассоциации Ориона, показавших по 4 и более вспышек, наблюдается значимое изменение частоты вспышек, что, возможно, свидетельствует о переменной вспышечной активности этих звезд. Отметим, что, примерно,

ЗВЕЗДЫ, ПОКАЗАВШИЕ ПО 4 И БОЛЕЕ ВСПЫШЕК

N	α	δ	m	n	Номера вспышек	Λ	Λ_2	
T122	5 27 47.6	-6 50 07	18.9	u	4	135, 278, 359, 367	3.191	2.199
T124	5 30 05.8	-4 23 00	18.7	u	4	234, 336, 370, 800	1.802	1.148
T8	5 32 30.1	-3 59 28	17.9	pg	4	73, 110, 649, 653	1.523	1.461
T17	5 33 25.0	-4 03 31	18.0	u	4	74, 364, 432, 607	1.179	1.021
T24	5 33 50.8	-7 01 15	17.9	u	4	152, 164, 216, 576	2.042	1.941
T177	5 33 58.3	-6 36 16	19.7	u	4	305, 308, 378, 794	1.875	1.497
T206	5 34 02.9	-5 36 57	15.4	u	4	416, 428, 454, 569	2.857	2.042
T143	5 34 29.0	-6 38 51	18.1	u	4	240, 555, 605, 757	1.562	1.724
T153	5 35 02.9	-6 05 25	18.1	u	4	198, 246, 247, 776	1.693	1.788
T85	5 36 09.4	-5 46 27	17.3	u	4	24, 59, 238, 241	4.874	2.817
T97	5 36 37.0	-5 04 41	18.5	u	4	3, 93, 108, 250	4.727	2.773
T102	5 36 53.1	-4 59 48	17.3	u	4	91, 125, 206, 340	3.497	2.331
B32	5 38 03.8	-4 16 43	18.6	u	4	146, 518, 812, 814	8.444	1.985
B3	5 42 45.9	-5 49 50	16.0	u	4	185, 459, 465, 643	1.031	1.253
T194	5 33 22.4	-5 32 33	17.5	u	5	427, 457, 623, 624, 646	3.711	2.621
T66	5 35 49.5	-4 24 39	17.0	u	5	12, 123, 281, 384, 562	1.858	1.644
T219	5 34 45.7	-6 21 40	16.8	u	6	307, 320, 440, 592, 604, 754	2.836	2.261
T154	5 35 01.9	-6 30 12	18.2	u	6	165, 225, 645, 719, 740, 780	2.918	2.748
T88	5 36 10.0	-5 22 05	18.4	u	6	7, 26, 173, 289, 316, 401	4.255	3.048
T100	5 36 49.6	-5 04 10	18.1	u	6	95, 126, 151, 175, 188, 782	4.893	3.616
T83	5 36 05.1	-6 25 25	17.4	u	7	158, 237, 323, 388, 447, 711, 767	1.509	1.357
T78	5 35 58.8	-6 02 40	18.6	u	8	2, 58, 114, 124, 139, 160, 236, 270	8.838	5.351
T176	5 42 56.2	-7 18 10	16.4	u	23	131, 189, 251, 274, 287, 301, 311, 353, 413, 452, 476, 494, 521, 549, 580, 583, 586, 610, 612, 613, 614, 748, 751	4.031	5.083

такой же процент имеем и для вспыхивающих звезд скопления Плеяды. Среди заподозренных в переменной вспышечной активности звезд есть 4 звезды (T78, T154, T176, T219) из аналогичного списка Парсамян и Эндрюса (T78, T176, скорее всего, не принадлежат системе вспыхивающих звезд ассоциации Ориона [4]).

Рассмотрим вопрос о возможной продолжительности периода цикличности вспышечной активности у заподозренных звезд. Очевидно, что она не может быть значительно больше периода наблюдений (30 лет). С другой стороны, она не может быть значительно меньше того же периода, поскольку в этом случае, к тому же при наличии малого количества зарегистрированных у каждой звезды вспышек, предложенный метод не эффективен и не позволяет обнаружить цикличное поведение.

Таким образом, можно сказать, что у заподозренных в переменной вспышечной активности звезд период цикличности, примерно, одного порядка с периодом наблюдений, т.е., примерно, 20-30 лет для вспыхивающих звезд ассоциации Ориона и 10-20 для вспыхивающих звезд скопления Плеяды.

Таблица 2

ЗВЕЗДЫ С ПЕРЕМЕННОЙ ВСПЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

N	n	k _s	τ/T	ν_1 (yr ⁻¹)	ν_2 (yr ⁻¹)	P
T122	4	4	0.450	5.291E-3	<1.083E-3	0.041
T85	4	4	0.296	8.057E-3	<8.457E-4	0.008
T97	4	4	0.307	7.767E-3	<8.591E-4	8.854E-3
T102	4	4	0.417	5.711E-3	<1.022E-3	0.03
T206	4	0	0.510	<1.167E-3	4.866E-3	0.057
B32	4	2	0.635	1.196E-3	0.324	8.07E-5
T194	5	0	0.524	<1.137E-3	6.255E-3	0.024
T219	6	0	0.377	<1.581E-3	5.733E-3	0.059
T154	6	2	0.791	1.505E-3	0.011	0.018
T88	6	6	0.492	7.263E-3	<1.172E-3	0.014
T100	6	5	0.231	0.013	7.742E-4	3.015E-3
T78	8	8	0.331	0.014	<8.907E-4	1.451E-4
T176	23	0	0.161	<3.705E-3	0.016	0.018

3. *Заключение.* В данной работе рассмотрен вопрос о возможном изменении частоты вспышек у вспыхивающих звезд ассоциации Ориона. На основе каталога [6] и работ [7-10] был составлен новый электронный вариант каталога вспыхивающих звезд ассоциации Ориона. Используя данные каталога и методику обнаружения частоты вспышек, разработанную в [1,2], показано, что из выбранных 23 звезд, показавших по 4 и более вспышек, у 13 можно заподозрить изменение частоты вспышек на уровне значимости 0.1.

Полученные результаты свидетельствуют в пользу предположения о кусочно-стационарном пуассоновском характере временной последовательности вспышек. С физической точки зрения это означает, что вспыхивающие звезды, по-видимому, обладают переменной вспышечной активностью.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
им. В.А.Амбарцумяна, Армения

ON THE FLARE STARS FLARES FREQUENCY
CHANGING. III. FLARE STARS OF ORION ASSOCIATION

А.А.АКОPIAN, Л.А.САRGSYAN

The possibility of Orion association flare stars flares frequency changing is considered. It is shown that 13 flare stars out of 23 with four or more flares possibly have variable flare frequency (singnificance level 0.1).

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А.Акопян, *Астрофизика*, **42**, 555, 1999.
2. А.А.Акопян, *Астрофизика*, **44**, 131, 2001.
3. В.А.Амбарцумян, Л.В.Мирзоян, Э.С.Парсамян, О.С.Чавушян, Л.К.Ерастова, *Астрофизика*, **7**, 319, 1971.
4. E.S.Parsamian, A.D.Andrews, *Irish. Astron. J.*, **23(2)**, 183, 1996.
5. Л.В.Мирзоян, Г.Б.Оганян, *Астрофизика*, **13**, 561, 1977.
6. Р.Ш.Нацвлишвили, *Астрофизика*, **34**, 107, 1991.
7. E.Chavira, E.S.Parsamian, *Rev. Mex. A. A.*, **22**, 15, 1991.
8. E.S.Parsamian, E.Chavira, G.Gonzalez, *Rev. Mex. A. A.* **25**, 71, 1993.
9. N.D.Melikian, M. Della Valle, *IBVS.*, No2929, 1986.
10. E.S.Parsamian, *IBVS*, No3498, 1990.
11. В.А.Амбарцумян, *Астрофизика*, **14**, 367, 1978.