

УДК: 524.338.6—355

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР ВСПЫШЕК ЗВЕЗД ТИПА
UV КИТА И ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ НЕКОТОРЫХ
СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТАКИХ ЗВЕЗД

Р. Е. ГЕРШБЕРГ

Поступила 31 июля 1984

Принята к печати 11 января 1985

С учетом полученного из наблюдений степенного характера энергетического спектра вспышек звезд типа UV Кита рассмотрены некоторые статистические характеристики активности таких звезд. Показано, что средняя амплитуда вспышек определяется главным образом амплитудой предельно слабой обнаружимой на данной звезде вспышки и поэтому, вопреки традиции, средняя амплитуда не может служить мерой вспышечной активности звезды; средняя частота регистрируемых на вспыхающих звездах вспышек статистически четко зависят от абсолютной величины рассматриваемой звезды и эта зависимость определяется как изменением порога обнаружения вспышек — на абсолютно более ярких звездах доступны обнаружению лишь более мощные всплески, так и реальными изменениями уровня активности — вопреки широко распространенному мнению, истинная средняя частота вспышек выше на более ярких звездах. По Каталогу вспыхающих звезд в Плеядах Аро, Чавира и Гонсалес [1] построена функция светимости таких звезд в этом скоплении. Распределение вспыхающих звезд в Плеядах по средним частотам вспышек, основанное на этой функции светимости и найденной зависимости средней частоты вспышек от абсолютной звездной величины вспыхающей звезды, показывает, что это скопление должно содержать вспыхающие звезды со средними частотами фотографически регистрируемых вспышек от 10^{-4} до 10^{-2} час $^{-1}$ или даже в более узком интервале частот и полное число таких звезд в скоплении должно превышать 1100.

1. *Введение.* Значительное разнообразие кривых блеска вспышек красных карликовых звезд типа UV Кита приводит к необходимости использования статистических характеристик для сравнения уровня вспышечной активности какой-либо звезды этого типа в разные периоды или для сопоставления уровней активности различных вспыхающих звезд; статистические характеристики необходимы и для теоретического анализа активности красных карликовых звезд. В настоящее время широкое распространение получил статистический анализ распределения вспышек звезд типа UV Кита по полной энергии их оптического излучения [2—7].

Обнаруженный при этом степенной энергетический спектр вспышек дает возможность количественного рассмотрения и физической интерпретации некоторых статистических характеристик вспыхивающих звезд (в.з.). Ниже в рамках такого подхода обсуждаются средние амплитуды и средние частоты регистрируемых вспышек и распределение в.з. в Плеядах по средним частотам регистрируемых вспышек.

2. *Средние амплитуды вспышек.* Основным результатом анализа распределения звездных вспышек по полной энергии их оптического излучения состоит в том, что на каждой в.з. число наблюдаемых вспышек с энергией $E > E_0$ может быть представлено в виде

$$N(E > E_0) = \text{const} \times E_0^{-\beta}, \quad (1)$$

если E_0 превышает E_{min} , энергию слабой вспышки, доступной обнаружению на рассматриваемой в.з. Спектральный индекс β заключен в диапазоне значений от 0.3 до 1.4 и для в.з. солнечной окрестности статистически четко зависит от абсолютной величины в.з.: β растет с увеличением M_V .

Интегральное соотношение (1) соответствует следующему дифференциальному распределению вспышек по энергиям:

$$dn = \text{const} \times \frac{dE}{E^{1+\beta}}. \quad (2)$$

Следовательно, средняя энергия регистрируемых вспышек определяется соотношением:

$$\begin{aligned} \bar{E} &= \frac{\int_{E_{\text{min}}}^{E_{\text{max}}} E dn}{\int_{E_{\text{min}}}^{E_{\text{max}}} dn} = \frac{\beta}{\beta - 1} \times \frac{E_{\text{max}}^{1-\beta} - E_{\text{min}}^{1-\beta}}{E_{\text{min}}^{-\beta} - E_{\text{max}}^{-\beta}} = \\ &= E_{\text{min}} \left\{ \frac{\beta}{1 - \beta} \times \frac{\left(\frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}}\right)^{1-\beta} - 1}{1 - \left(\frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{max}}}\right)^{\beta}} \right\}. \end{aligned} \quad (3)$$

Это соотношение особенно наглядно при $\beta = 1$:

$$\bar{E}_{\beta=1} = \left(\frac{\ln \frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}}}{1 - \frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{max}}}} \right) E_{\text{min}}. \quad (4)$$

Таким образом, средняя энергия регистрируемых на некоторой звезде вспышек равна произведению минимальной энергии вспышки, обнаруживаемой на этой звезде, и медленно меняющейся функции ширины диапазона энергий вспышек, наблюдаемых на этой в. з. Оценим диапазон значений указанной функции. Согласно результатам [5], для наиболее изученных в. з., на которых число зарегистрированных вспышек составляет много десятков или даже превышает сотню, соотношение E_{\max}/E_{\min} близко к ста, причем можно заподозрить некоторый систематический ход этого отношения с абсолютной светимостью: у абсолютно более ярких в. з. это отношение, по-видимому, несколько больше. Полагая для слабых в. з. $\beta = 1.4$ и $E_{\max}/E_{\min} = 50$ и для ярких в. з. $\beta = 0.3$ и $E_{\max}/E_{\min} = 200$, получаем из (3):

$$\bar{E} = (2.8 + 21) E_{\min}. \quad (5)$$

Критерий обнаружимости вспышки на в. з. обычно выражается через минимальную регистрируемую на этой звезде амплитуду вспышки, а не через полную энергию вспышки; поэтому необходимо перейти от полных энергий к соответствующим амплитудам. По определению

$$E = \int L(t) dt \equiv L^{\max} t_{0.5} \Phi, \quad (6)$$

где L^{\max} — светимость вспышки в максимуме блеска, $t_{0.5}$ — временной интервал, на котором светимость вспышки ослабевает вдвое, и Φ — некоторый фактор, определяемый видом кривой блеска вспышки. Согласно статистике Шаховской [8],

$$\frac{d \ln t_{0.5}}{d \ln L^{\max}} = + 0.27, \quad (7)$$

а зависимость $\Phi(L^{\max})$ еще слабее. Тогда

$$E \propto (L^{\max})^{1.27}, \quad (8)$$

и, пренебрегая слабой зависимостью $\Phi(L^{\max})$, получаем вместо (5)

$$\bar{L}^{\max} = (2.2 + 11) L_{\min}^{\max}. \quad (9)$$

При обычных патрульных фотоэлектрических наблюдениях, скажем, на телескопе диаметром 0.5 м и постоянной времени около 1 секунды, на слабых звездах уверенно обнаруживаются скоротечные вспышки с $\Delta m_{\min} \geq 0^m.3$, а на более ярких звездах — с $\Delta m_{\min} \geq 0^m.1$. Поскольку

$$L_{\min}^{\max} = (10^{0.4 \Delta m_{\min}} - 1) L_*, \quad (10)$$

где L_* — светимость звезды, то при указанных Δm_{\min} вместо (9) имеем:

$$\overline{L^{\max}} = (0.71 + 1.1)L_*, \quad (11)$$

откуда

$$\overline{\Delta m} = 2.5 \lg \left(1 + \frac{\overline{L^{\max}}}{L_*} \right) = 0^m 58 \div 0^m 78. \quad (12)$$

В некоторых исследованиях (см., например, [9]) утверждается, что обнаружена более сильная зависимость продолжительности вспышки от ее максимальной светимости, чем (7). Но если предполагать даже линейную зависимость $t_{0.5}$ от L^{\max} , то есть

$$E \propto (L^{\max})^2, \quad (8')$$

то вместо (12) будем иметь

$$\overline{\Delta m} = 0^m 46 \div 0^m 40. \quad (12')$$

Таким образом, в зависимости от достигнутой в конкретных наблюдениях величины Δm_{\min} и от значения показателя степени в соотношении (8), средняя амплитуда достаточно большого ряда фотоэлектрически зарегистрированных вспышек должна находиться в интервале $0^m 4 \div 0^m 8$.

Для в. з. в скоплениях, где вспышки обнаруживаются главным образом с помощью фотографических наблюдений, согласно [7], можно принять $\beta = 0.9$, $E_{\max}/E_{\min} = 100$ и, согласно [9], $\Delta m_{\min} = 0^m 6$. Повторяя выкладки (5)–(12), получаем

$$\overline{\Delta m_{pf}} = 1^m 4. \quad (13)$$

Заметим, что при рассмотрении фотографических наблюдений, временное разрешение которых на 2–3 порядка величины ниже, чем фотоэлектрических, зависимость $t_{0.5}$ от L^{\max} должна быть очень слабой, и если вообще пренебречь этой зависимостью, то вместо (13) получим

$$\overline{\Delta m_{pf}} = 1^m 7. \quad (13')$$

Сравним эти ожидаемые величины с наблюдаемыми.

Недавно Петтерсен и др. [6] опубликовали сводку однородных фотоэлектрических наблюдений самой яркой в. з. солнечной окрестности — AD Leo. Согласно этим данным, содержащим сведения о 85 вспышках, $E_{\max}/E_{\min} = 500$, $\beta = 0.62$ и $\Delta m_{\min} = 0^m 12$. Для таких величин вычисленная по описанной схеме ожидаемая средняя амплитуда вспышки долж-

на составлять 0^m77 и 0^m42 для (8) и (8') соответственно; наблюдения дают $\overline{\Delta m} = 0^m44$.

В сводном Каталоге в. з. в Плеядах Аро и др. [1] содержатся 14 объектов, на каждом из которых фотографически было зарегистрировано более 10 вспышек; всего на этих в. з. обнаружено 354 вспышки и средняя амплитуда этих вспышек $\overline{\Delta m_{pg}} = 1^m5$.

Хорошее согласие ожидаемых и наблюдаемых средних амплитуд вспышек означает, что эти средние величины, действительно, определяются инструментальными возможностями обнаружения предельно слабых вспышек и практически не зависят от общих параметров вспышечной активности звезды. Последнее обстоятельство делает бессмысленными оценки общих энергетических характеристик вспышечной активности на основе средних амплитуд и средних энергий регистрируемых вспышек.

3. *Средние частоты вспышек.* Анализируя выполненные Моффетом [10] фотоэлектрические наблюдения 8 в. з. Мирзоян [9] обнаружил рост средней частоты вспышек с увеличением абсолютной звездной величины в. з. Рассмотрим этот вопрос подробнее на основе более полных данных.

В статье Гершберга и Шаховской [5] на рис. 2 приведены энергетические спектры вспышек 22 в. з. Поскольку на оси абсцисс этого рисунка отложена накопленная частота вспышек, то крайняя правая точка каждого изображенного на рисунке спектра — с точностью до несущественной ширины наблюдаемого энергетического спектра после излома — соответствует средней частоте наблюдаемых вспышек на рассматриваемой звезде. На рис. 1 дано сопоставление указанных средних частот (в час⁻¹) и абсолютных звездных величин и методом наименьших квадратов проведены наиболее вероятные прямые для соответствующих линейных зависимостей:

$$\begin{aligned} \lg \nu_U &= (0.140 \pm 0.040) M_U - 2.33 \pm 0.62, \\ \lg \nu_B &= (0.139 \pm 0.030) M_B - 2.84 \pm 0.43. \end{aligned} \quad (14)$$

Таким образом, совокупность в. з. солнечной окрестности обнаруживает статистическую зависимость средней частоты наблюдаемых вспышек от абсолютной светимости звезды в виде

$$\nu \propto L^{-0.35 \pm 0.09}. \quad (15)$$

Реальность найденной зависимости не вызывает сомнений, а ощутимый разброс точек на рис. 1 и соответствующие ему заметные вероятные ошибки численных коэффициентов в (14) могут быть обусловлены как физической неоднородностью — по возрасту и химическому составу — этих в. з., так и тем обстоятельством, что в. з. часто являются компонентами

двойных систем, которые могут содержать звезды разной яркости и разного уровня вспышечной активности, в результате чего должна появиться дисперсия в наблюдаемой зависимости величин $\lg \nu$, M даже при существовании функциональной связи между этими параметрами для собственно вспыхающих звезд.

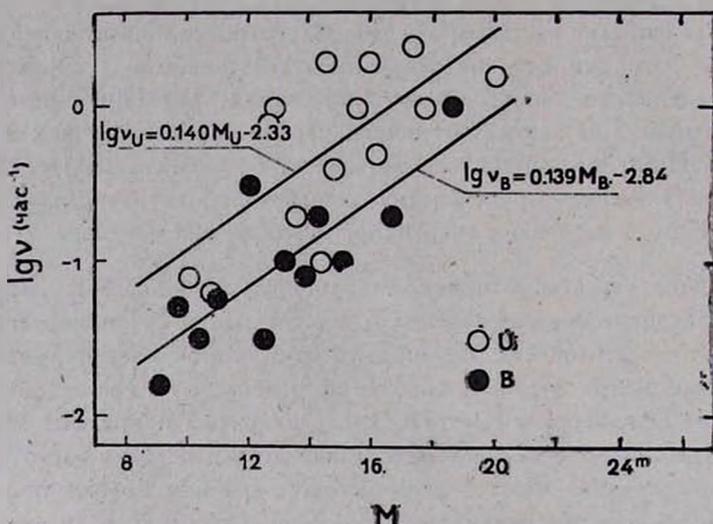


Рис. 1. Сопоставление абсолютных звездных величин в з. солнечной окрестности и средних частот регистрируемых на них вспышек.

Поскольку все в. з. обнаруживают энергетический спектр вспышек вида (1), возникает вопрос, является ли этот наблюдательный факт проявлением единого для всех в. з. энергетического спектра, а наблюдаемые различия средних частот обусловлены только селекцией наблюдений (на абсолютно более ярких звездах доступны наблюдениям лишь более мощные и более редкие вспышки), или же энергетические спектры в. з. имеют лишь одинаковую форму, но абсолютные значения средних частот зависят также и от физических параметров рассматриваемой в. з. Имеющиеся данные позволяют утверждать, что справедлива вторая точка зрения.

Действительно, если бы мы имели дело с единым для всех в. з. энергетическим спектром, то для всех этих объектов было бы справедливо одно и то же соотношение

$$\nu(E > E_0) = \frac{N(E > E_0)}{T} = \text{const} \times E_0^{-\beta}. \quad (16)$$

Согласно (8) и (10), пороговое значение энергии вспышек E_{\min} , регистрируемых на каждой звезде, связано со светимостью звезды так, что при

$E_0 \approx E_{\min}$ в конечном счете должно иметь место статистическое соотношение вида

$$\nu \propto L_*^{-1.273} \quad (17)$$

В з. солнечной окрестности имеют спектральные индексы энергетических спектров в широком диапазоне величин от 0.3 до 1.4 [5], в чем, видимо, и проявляется упоминавшаяся физическая неоднородность этой выборки в з., поскольку для в. з. скоплений этот индекс постоянен в широком диапазоне светимостей в з. [7]. Но средние значения спектральных индексов в з. солнечной окрестности определяются достаточно уверенно:

$$\bar{\beta}_U = 0.82 \pm 0.08 \text{ и } \bar{\beta}_B = 0.72 \pm 0.06. \quad (18)$$

Принимая $\bar{\beta} = 0.76 \pm 0.10$, получаем из (17)

$$\nu \propto L_*^{-0.96 \pm 0.13}, \quad (19)$$

что значимо отличается от (15); при увеличении численного коэффициента в показателе степени в (17) это отличие только усилится.

Различие (15) и (19) означает, что при переходе от абсолютно слабых к абсолютно более ярким в з. средняя частота вспышек убывает не так быстро, как это имело бы место только из-за повышения порога обнаружения вспышек при существовании единого энергетического спектра для всех в з. Дополнительный множитель $L_*^{0.6 \pm 0.2}$, который необходимо включить в полное выражение для энергетического спектра вспышек, естественно связать с увеличением площади поверхности более ярких в з. и существованием на них большего числа производящих вспышки активных областей, что и будет частично компенсировать уменьшение частоты регистрируемых вспышек из-за повышения порога их обнаружения. Действительно, если воспользоваться данными Петтерсена [11, 12] об абсолютных светимостях и размерах одиночных в з., то нетрудно получить следующие статистические соотношения между этими величинами:

$$L_U \propto R^{5.1 \pm 0.6} \text{ и } L_B \propto R^{5.0 \pm 0.6}, \quad (20)$$

откуда

$$L_*^{0.6 \pm 0.2} \propto R^{3.0 \pm 1.4} \propto 4\pi R^2 \times R^{1.0 \pm 1.4}. \quad (21)$$

Последний сомножитель $R^{1.0 \pm 1.4}$ слишком неопределенен, чтобы делать какие-либо заключения об уровне «удельной» вспышечной активности с единицы поверхности звезды.

Заметим, что рост истинной частоты вспышек со светимостью в з. необходимо учитывать при планировании неоптических патрульных наблю-

дений таких объектов: частоты радио- и рентгеновских всплесков на яркой EV Lac должны быть выше, чем на слабой UV Cet, хотя оптические вспышки на UV Cet регистрируются чаще.

4. *Функция светимости в. з. в Плеядах и распределение этих звезд по средним частотам вспышек.* Предложенный Амбарцумяном [13] метод оценки полного числа в. з. в звездном скоплении по числам таких объектов, на которых было зарегистрировано по одной и по две вспышки, лежит сейчас в основе практически всех статистических исследований в. з. в скоплениях. Развивая этот метод, Амбарцумян [14] предложил схему вычисления распределения в. з. по средним частотам вспышек, основанную на хронологии открытия в. з. в скоплении. Однако при использовании этой схемы для конкретных расчетов было сделано предположение, что искомое распределение не зависит от звездной величины в. з. Это предположение противоречит полученным выше результатам. Поэтому необходимо независимый способ построения этого распределения. Такую возможность дает рассмотрение функции светимости в. з. скопления в сочетании с полученной выше зависимостью $\nu(M)$ для в. з. солнечной окрестности.

Функция светимости в. з. в Плеядах была построена Мирзояном и Брутяном [15] по 178 объектам. Каталог Аро и др. [1] позволяет почти втрое увеличить объем исходных данных для такого построения. Для перехода от видимых U и B ($\approx pg$) величин в минимуме блеска, приведенных в Каталоге Аро и др. [1], в обычную для функции светимости шкалу M_V были использованы данные Перри и Джонстона [16] о расстоянии (130 пс) и межзвездном поглощении ($E_{b-v} = 0^m04$) до Плеяд, данные Аллена [17] об абсолютных величинах звезд нижней части главной последовательности и данные Страйжиса [18] о нормальных показателях цветов ($B-V$)₀ и ($U-V$)₀ таких звезд. Результаты этого пересчета приведены во второй и третьей строках табл. 1. В двух следующих строках этой таблицы даны распределения в. з. из табл. 1 Каталога Аро и др. [1] по найденным интервалам видимых звездных величин. Предварительно из 519 в. з., перечисленных в табл. 1 Каталога, были изъяты 79 объектов, для которых Аро и др. [1] дают лишь неуверенные оценки или нижние пределы видимых звездных величин. Полученная в результате такой процедуры функция светимости в. з. в Плеядах дана в шестой строке табл. 1. Следует отметить, что эта функция светимости, $\Phi_{\text{Пл.Бл}}$, заметно отличается как от определявшихся ранее Холоповым и Артюхиной [19] и Кайрел де Стробель и Делае [20] функций светимости звезд Плеяд — отсутствием резкого обрыва после $M_V = 10^m$, так и от функции светимости ближайших к Солнцу звезд [21] — смещением слабо выраженного максимума от $M_V = 14^m$ к $M_V = 10^m$.

Коротин и Краснобабцев [7] рассмотрели статистические характеристики в. з. в Плеядах в ряде узких ($\Delta m = 2^m$) интервалов светимости. Согласно их анализу, средние спектральные индексы энергетических спектров в. з. в этом скоплении составляют $\bar{\beta}_U = 0.87$ и $\bar{\beta}_B = 0.98$, причем спектральные индексы всех рассмотренных интервалов довольно тесно группируются вокруг указанных средних величин. Полагая $\bar{\beta} = 0.92$ и считая, что в Плеядах светимость звезды физически так же — множителем $L_*^{0.6}$ — влияет на среднюю частоту ее вспышек, как на в. з. солнечной окрестности, получаем, что в Плеядах вместо (15) следует ожидать

$$\nu \propto L_*^{-0.55}. \quad (22)$$

В сочетании с функцией светимости $\Phi_{\text{набл}}$ это соотношение позволяет построить распределение в. з. в скоплении по частотам вспышек в относительной шкале частот.

Чтобы прокалибровать полученное распределение в шкале абсолютных частот вспышек, можно воспользоваться абсолютными средними частотами, которые Коротин и Краснобабцев [7] получили для в. з. в Плеядах в отдельных интервалах по светимости. К сожалению, точность указанных оценок средних частот для разных интервалов весьма неодинакова, так как в этих оценках используются отношения чисел в. з., на которых зарегистрировано по одной и по две вспышки, а числа самых слабых и самых ярких в. з. с повторно зарегистрированными вспышками меньше десяти. Поэтому эти данные не позволяют проследить ход средней частоты вспышек со светимостью в. з. Но для интервала светимости, где число в. з. максимально — оно превышает сотню и $n_1/n_2 \approx 4$ — полученная таким способом средняя частота вспышек

$$\lg \nu_B = -3.1 \text{ при } \bar{B} = 17^m5 \quad (23)$$

по-видимому, достаточно надежна.

Построенное с помощью описанной процедуры ожидаемое распределение наблюдаемых в. з. в Плеядах по средним частотам регистрируемых вспышек дано на рис. 2 кривой А. Она является исходной для построения ожидаемого распределения всей совокупности в. з. скопления по средним частотам вспышек. Первым шагом в построении истинного распределения является учет методом Амбарцумяна [13] в отдельных интервалах по светимости в. з., вспышки на которых еще не были зарегистрированы. Соответствующие поправочные множители к числу уже обнаруженных в. з., можно получить по данным [7]. Как и следовало ожидать, эти поправочные множители минимальны — около 2.5 для наблюдений в полосе В и около 1.7 для наблюдений в полосе U — в интервалах светимостей, где

число известных в. з. достаточно велико, и возрастают примерно вдвое для самых слабых и самых ярких в. з., где процент обнаруженных в. з. ниже из-за неоптимальности используемых режимов наблюдений для таких звезд. После исправления данных в 3 и 4 строках табл. 1 с помощью найденных поправочных множителей, найдено суммарное ожидаемое распределение $\Phi_{\text{полн}}$ и затем, как ранее по $\Phi_{\text{набл}}$, построено ожидаемое распределение в. з. по средним частотам вспышек — кривая Б на рис. 2.

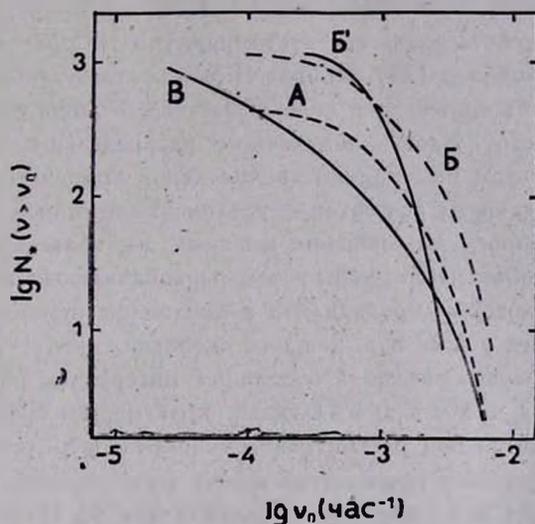


Рис. 2. Распределение в. з. в Плеядах по средним частотам вспышек: вычисленные по функции светимости и зависимости $v \propto L^{-0.55}$ для 440 известных в. з. скопления — кривая А, для ожидаемого полного числа в. з. и зависимости $v \propto L^{-0.55}$ — кривая Б, для ожидаемого полного числа в. з. и зависимости $v \propto L^{-0.32}$ — кривая Б', и найденное по хронологии открытия в. з. — кривая В.

Как уже отмечалось, поправочные множители, полученные из данных Коротина и Краснобабцева [7], весьма неравноточны; видимо, этим и объясняется немонотонный ход $\Phi_{\text{полн}}$. Но при построении интегрального распределения $N_*(v > v_0)$ на рис. 2 эти случайные ошибки частично компенсируются.

Кривая В на рис. 2 соответствует распределению по средним частотам вспышек в. з. в Плеядах, которое было вычислено Амбарцумяном [14] по хронологии открытия таких звезд.

Сравнение кривых Б и В показывает, что средняя частота вспышек большинства в. з. скопления, определяемая по хронологии открытия в. з., в 5—10 раз ниже, чем средняя частота вспышек, определенная по функции светимости изложенным выше способом. Далее, кривая Б около $\lg v_0 =$

= — 4 уже близка к насыщению, то есть, согласно этой кривой, в скоплениях практически нет в. з. со средней частотой вспышек меньше $10\,000 \text{ час}^{-1}$, тогда как согласно кривой В, в Плеядах можно ожидать довольно много в. з. и с на порядок величины меньшей средней частотой вспышек.

Как уже отмечалось, зависимость $t_{0.5}(L^{\text{max}})$ для фотографических наблюдений вспышек должна быть очень слаба. Если считать, что такая зависимость вообще отсутствует, то в соотношении (22) показатель степени — 0.55 необходимо заменить на — 0.32, что приведет к сжатию кривых А и Б на рис. 2 вдоль оси частот почти в 1.8 раза, естественно, с сохранением калибровки (23). Кривая Б' — «сжатая» кривая Б — еще больше отличается от кривой В и перекрывает всего лишь один порядок величин по оси частот. Узость полученного распределения в. з., которая является результатом неожиданно значительной компенсации двух противоположно действующих эффектов — увеличение истинной частоты вспышек и повышение порога обнаружения вспышек на более ярких в. з.—и дает, по-видимому, объяснение успеху тех первоначальных исследований в. з. в скоплениях, которые проводились в предположении одинаковой средней частоты вспышек у всех в. з. каждого скопления (см. [9]).

Таким образом, анализ в отдельных интервалах по светимости приводит к общему числу в. з. в Плеядах, практически совпадающему с тем, которое получается при рассмотрении скопления в целом [22]. К сожалению, принципиальным недостатком обоих рассмотрений является предположение, что все в. з., видимые в направлении на Плеяды, принадлежат этому скоплению. Как следует из статьи Аро и др. [1], в действительности, более 30% этих в. з. могут быть звездами фона. Проводившиеся до сих пор попытки выделить звезды скопления по их собственным движениям оказываются недостаточны, и для решения этой задачи необходимо провести спектральные или многоцветные наблюдения всех в. з. Каталога Аро и др. [1].

5. *Заключение.* Один из важнейших результатов статистического анализа значительного объема накопленных к настоящему времени данных наблюдений вспышек звезд типа UV Кита состоит в обнаружении степенного характера энергетического спектра вспышек, который четко выявлен как по фотоэлектрическим наблюдениям в. з. солнечной окрестности, так и по фотографическим наблюдениям в. з. в скоплениях. Хотя физический смысл такого спектра остается неясным, очевидна необходимость систематического учета этого наблюдаемого факта в дальнейших статистических исследованиях активности в. з. Такой подход позволил в этой работе прийти к следующим выводам.

1. Средняя амплитуда (и средняя энергия) вспышек по достаточно обширной выборке определяется прежде всего амплитудой предельно сла-

бой обнаружимой на данной звезде вспышки; такая предельная амплитуда определяется, в свою очередь, используемой техникой наблюдений, и поэтому средняя амплитуда вспышек — вопреки традиции — не может служить мерой вспышечной активности звезды.

2. Средняя частота регистрируемых вспышек статистически четко зависит от абсолютной звездной величины рассматриваемой звезды; анализ этой зависимости свидетельствует, что она определяется как изменением порога обнаружения вспышек с изменением светимости звезды — на более ярких звездах можно обнаружить лишь более мощные вспышки, так и реальным изменением абсолютного уровня активности — вопреки широко распространенному мнению, истинная средняя частота вспышек выше на более ярких звездах.

3. Общность области, занимаемой энергетическими спектрами наиболее активных в. з. солнечной окрестности и в. з. скоплений на плоскости «накопленная частота — энергия вспышек», обусловлена сходством формы энергетических спектров всех в. з. и статистической зависимостью средней частоты регистрируемых вспышек от светимости в. з.

4. Распределение в. з. в скоплении Плеяд по средним частотам вспышек, основанное на построенной функции светимости известных в. з. в этом скоплении и на оценках полного числа в. з. в отдельных интервалах по светимости, показывает, что это скопление должно содержать в. з. со средними частотами фотографически регистрируемых вспышек от 10^{-4} до 10^{-2} час $^{-1}$ или даже в более узком интервале частот, а полное число в. з. в скоплении должно превышать 1100.

Выражаю глубокую благодарность В. И. Краснобабцеву, Н. И. Шаховской и А. А. Степаняну за полезные обсуждения и стимулирующую критику и Н. В. Киселёвой за помощь в оформлении статьи.

Крымская астрофизическая
обсерватория

THE ENERGY SPECTRUM OF FLARES OF THE UV CET-TYPE STARS AND PHYSICAL MEANINGS OF SEVERAL STATISTICAL CHARACTERISTICS OF THESE STARS

R. E. GERSHBERG

Accounting the observed power character of the energy spectrum of flares of the UV Cet-type stars, several statistical characteristics of these stars are considered. It is shown that a mean amplitude of flares is mainly determined with an amplitude of the faintest flare that can be registered at the star under consideration and therefore — contrary

to tradition — the mean flare amplitude cannot be used as a measure of a flare activity of the star; a mean frequency of flares registered at a flare star depends statistically certainly on an absolute magnitude of the star and this dependence is determined both with a flare detection threshold variation — at brighter stars stronger flares can be registered only, and with a real variation of an activity level — contrary to wide spread belief, true mean frequencies are higher at brighter stars. On the basis of the Catalogue of flare stars in Pleiades by Haro, Chavira and Gonzalez [1] a luminosity function of these stars is constructed. Using this function and the revealed dependence of flare mean frequencies on stellar absolute magnitudes, a distribution of flare stars in Pleiades along flare mean frequencies is constructed. This shows that the cluster contains flare stars with mean frequencies of photographically registered flares from 10^{-4} to 10^{-2} hour $^{-1}$ or within even narrower interval of frequencies and the total number of such stars in the cluster exceeds 1100.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Haro, E. Chavira, G. Gonzalez, Bol. Inst. Tonantzintla, 1, 3, 1982.
2. Р. Е. Гершберг, Astrophys. Space Sci., 19, 75, 1972.
3. С. Н. Ласу, Т. J. Moffett, D. S. Evans, Ap. J. Suppl. Ser., 30, 85, 1976.
4. Р. В. Вурне, in "Activity in Red Dwarf Stars", Reidel, Dordrecht, 1983, p. 157.
5. Р. Е. Гершберг, Н. И. Шаховская, Astrophys. Space Sci., 95, 235, 1983.
6. В. Р. Петtersen, L. А. Coleman, D. S. Evans, Ap. J. Suppl. ser., 54, 375, 1984.
7. С. А. Коротин, В. И. Краснобабцев, Изв. Крымской обс., 73 (в печати).
8. Н. И. Шаховская, Изв. Крымской обс., 50, 84, 1974.
9. Л. В. Мирзоян, Нестационарность и эволюция звезд. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1981.
10. Т. J. Moffett, Ap. J. Suppl. ser., 29, 1, 1974.
11. В. Р. Петtersen, Report N 46 of the Institute of Theoretical Astrophysics, Blindern — Oslo, 1976.
12. В. Р. Петtersen, Astron Astrophys., 82, 53, 1980.
13. В. А. Амбарцумян, Звезды, туманности, галактики, Изв. АН Арм.ССР, Ереван, 1969, стр. 283.
14. В. А. Амбарцумян, Астрофизика, 14, 367, 1978.
15. Л. В. Мирзоян, Г. А. Брутян, Астрофизика, 16, 97, 1980.
16. С. L. Perry, L. Johnston, Ap. J., Suppl. ser., 50, 451, 1982.
17. К. У. Аллен, Астрофизические величины, Мир, М., 1977.
18. В. Страйжис, Многоцветная фотометрия звезд, Моклас, Вильнюс, 1977.
19. П. Н. Холопов, Н. М. Аргюхина, Астрон. ж., 48, 962, 1971.
20. G. Cayrol de Strobel, J. Delhays, in "The Nearby Stars and the Stellar Luminosity Function", L. Davis Press, Schenectady, 1983, p. 241.
21. A. G. Philip, A. R. Upgren, in "The Nearby Stars and the Stellar Luminosity Function", L. Davis Press, Schenectady, 1983, p. 471.
22. Л. В. Мирзоян, О. С. Чаваушян, Г. Б. Оганян, В. В. Амбарян, А. Т. Гарибджанян, Н. Д. Меликян, Р. Ш. Нацвлишвили, Астрофизика, 17, 71, 1981.