

УДК: 524.338.6

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД.

I. ЗВЕЗДЫ ТИПА UV КИТА ОКРЕСТНОСТЕЙ СОЛНЦА И ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ В СКОПЛЕНИЯХ И АССОЦИАЦИЯХ.

Л. В. МИРЗОЯН, В. В. АМБАРЯН

Поступила 21 сентября 1987

На основе современных наблюдательных данных показано, что между звездами типа UV Кита окрестностей Солнца и вспыхивающими звездами в скоплениях и ассоциациях имеется большая общность наблюдаемых характеристик. Используются кривые блеска вспышек, спектры в спокойном состоянии, светимости, продолжительность вспышек, средняя частота вспышек, энергетические спектры, цвета вспышечного излучения, диаграмма Герцшпрунга—Рессела, вспышки в радио и рентгеновской областях. Существующие между этими звездами различия (светимости, энергетические спектры, диаграмма Герцшпрунга—Рессела, связь с диффузными туманностями и др.), большей частью количественные, удовлетворительно объясняются различиями в их возрастах: звезды типа UV Кита являются, в среднем, наиболее старыми образованиями.

1. *Введение.* Вопрос о родственности звезд типа UV Кита окрестностей Солнца и вспыхивающих звезд в звездных скоплениях и ассоциациях исходит из работ Амбарцумяна и Аро. Первый из них в 1953 г. [1], анализируя характеристики необычного излучения звезд типа Т Тельца и избыточного излучения, возникающего во время вспышек звезд типа UV Кита, привел веские свидетельства в пользу физической родственности этих двух типов нестационарных звезд. В свете этой работы [1] последовавшее открытие Аро и коллегами [2] вспыхивающих звезд в туманности Ориона и Тельде, обладающих светимостями порядка светимостей звезд типа Т Тельца, подтвердив эволюционную природу вышеуказанной родственности, перекинуло мост между звездами типов UV Кита и Т Тельца [1].

Эти пионерские работы инициировали большое число исследований, основанных на наблюдениях вспыхивающих звезд. Систематические наблюдения, в основном, фотографические, вспыхивающих звезд и их вспы-

шек в скоплениях и ассоциациях*, с одной стороны, и фотоэлектрические и спектральные наблюдения звезд типа UV Кита окрестностей Солнца, с другой, выполненные за последние тридцать с лишним лет, позволили получить убедительные свидетельства в пользу нового представления.

В настоящей статье вопрос о родственности звезд типа UV Кита и вспыхивающих звезд в системах рассматривается на основе существующих ныне разнообразных данных, полученных из наблюдений.

2. *Общие характеристики и различия.* В 1956 г. Аро [2] отметил следующие четыре характеристики, общие для звезд типа UV Кита и вспыхивающих звезд, открытых в туманности Ориона, а также в других молодых системах:

1. Кратковременные неперiodические вспышки с продолжительностью от нескольких минут до приблизительно двух часов.
2. Спектральный класс от, по крайней мере, d K6 до позднего d M.
3. Сходство кривых блеска.
4. В период максимума блеска может наблюдаться либо появление, либо усиление эмиссионных линий.

Аро [2] считал также, что между этими двумя группами звезд существуют два различия:

1. Наиболее ранний спектральный класс вспыхивающих звезд в Орионе d K6, в Темных облаках Тельца — d M3, в то время как среди звезд типа UV Кита — поздний d M.

2. В спокойном состоянии в спектрах звезд типа UV Кита наблюдаются эмиссионные линии водорода и ионизованного кальция, а в спектрах вспыхивающих звезд в системах — нет.

В последующем к этим различиям Хербиг [4] добавил еще одно: в отличие от звезд типа UV Кита вспыхивающие звезды в Орионе и Единороге (NGC 2264) полностью погружены в туманности или темные области.

Рассмотрим указанные выше общие характеристики и различия в свете современных наблюдательных данных.

3. *Кривые блеска звездных вспышек.* Фотоэлектрические наблюдения вспышек звезд типа UV Кита, обладающих большим временным разрешением, показывают большое разнообразие в формах их кривых блеска.

Однако, несмотря на это разнообразие, кривые блеска вспышек звезд типа UV Кита ничем существенным не отличаются от кривых блеска звездных вспышек, наблюдаемых в скоплениях и ассоциациях.

* Эти наблюдения получали широкий размах после 1968 г., когда Амбарцумяном [3] было показано, что вспыхивающие звезды представляют собою эволюционную стадию в жизни карликовых звезд.

Прямым подтверждением этого являются результаты фотоэлектрических наблюдений Родоно [5] вспышек звезды — члена скопления Гиады Н II 2411. Кривые блеска вспышек этой вспыхивающей звезды не отличимы от соответствующих кривых, полученных им совместно с Кристалльди [6] для вспышек звезд типа UV Кита окрестностей Солнца (рис. 1).

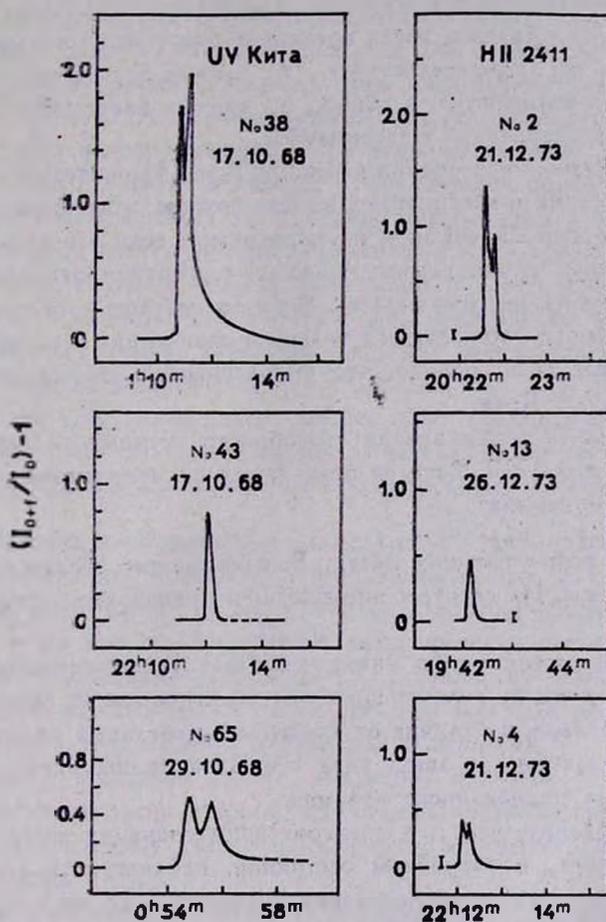


Рис. 1. Сравнение фотоэлектрических кривых блеска вспышек, зарегистрированных у вспыхивающей звезды в Гиадах Н II 2411 и звезды UV Кита (слева), из работ [5] и [6], соответственно.

В общем случае, как было показано в [7], форма кривой блеска вспышки в деталях сильно зависит от временного разрешения наблюдений. При недостаточно большом разрешении эти детали сглаживаются, а иногда совсем исчезают. Особенно сильно меняются, в зависимости от вре-

менного разрешения, кривые блеска кратковременных вспышек, которые при фотографических наблюдениях остаются часто несбнаруженными.

Несмотря на это, общий вид кривой блеска вспышки обычно сохраняется даже при значительном изменении временного разрешения наблюдений, если, конечно, вспышка достаточно мощная и продолжительная, чтобы быть доступной, например, для фотографических наблюдений.

Сравнение кривых блеска вспышек, наблюдаемых фотоэлектрическим и фотографическим методами, когда временное разрешение наблюдений отличается в сотни раз, свидетельствует, что кривые блеска вспышек звезд типа UV Кита не отличаются, в общем, от кривых блеска вспышек вспыхивающих звезд в скоплениях и ассоциациях.

Исходя из времени возгорания вспышки, Аро [8] разделил все вспышки звезд в скоплениях и ассоциациях на две группы: «быстрые», если время возгорания короче 20—30 мин, и «медленные», если это время больше. Вспышки этих двух групп помимо времени возгорания отличаются друг от друга и по средней частоте и цвету. Вначале казалось, что «медленные» и «быстрые» вспышки наблюдаются только в скоплениях и ассоциациях. В последующем, оказалось, однако, что «медленные» вспышки наблюдаются и у звезд типа UV Кита.

Следовательно, с точки зрения способности показывать «медленные» вспышки звезды типа UV Кита не отличаются от вспыхивающих звезд в скоплениях и ассоциациях*.

4. *Спектры вспыхивающих звезд.* Вспыхивающие звезды — карликовые красные звезды. Их спектры вне вспышки принадлежат спектральным классам K-M.

В спокойном состоянии (в минимуме блеска) вспыхивающие звезды имеют спектры, почти не отличающиеся от спектров звезд главной последовательности. Правда, в отличие от спектров нормальных звезд на щелевых спектрограммах многих звезд типа UV Кита видны эмиссионные линии водорода и ионизированного кальция.

Имеются указания, что и в спектрах вспыхивающих звезд в скоплениях и ассоциациях, в спокойном состоянии, наблюдаются эмиссионные линии. Например, согласно исследованию Ириарте [11], из 9 ярких вспыхивающих звезд в скоплении Плеяды, для которых были получены щелевые спектрограммы, только две звезды спектрального класса K2 не показали в спектре эмиссионных линий H и K ионизированного кальция.

* Следует отметить, что разделение всех вспышек на две группы: «быстрые» и «медленные», по времени их возгорания, условное. Встречаются вспышки с временами возгорания от нескольких секунд до нескольких часов [9]. Однако это разделение сыграло положительную роль в изучении природы вспышечного излучения [10].

В согласии с этим результатом Штауфер [12] на щелевых спектрограммах около 20 вспыхвающих звезд (из 24 наблюдаемых) — членов скопления Плеяды обнаружил эмиссионную линию H_2 значительной интенсивности (эквивалентная ширина порядка нескольких ангстрем).

Наблюдаемые различия между спектральными классами вспыхвающих звезд, входящих в состав скоплений и ассоциаций различного возраста, в настоящее время, можно объяснить на основе закономерности, открытой Аро и Чавира [13]: спектральный класс наиболее яркой вспыхвающей звезды в группе (скоплении или ассоциации) тем более ранний, чем моложе группа. Этот спектральный класс отделяет вспыхвающие звезды от звезд невспыхивающих. При этом объяснении следует считать, что звезды типа UV Кита являются очень старыми образованиями.

Спектры вспыхвающих звезд сильно преобразуются во время вспышки. В этот период спектр звезды напоминает спектр звезды типа T Гельца: присутствие сильных эмиссионных линий и ультрафиолетового избытка излучения — непрерывной эмиссии [1]. Указанного рода изменения спектра во время вспышки характерны как для звезд типа UV Кита, так и для вспыхвающих звезд в системах.

Таким образом, имеющиеся данные дают полное основание считать, что в спектральном отношении между вспыхвающими звездами в скоплениях и ассоциациях и звездами типа UV Кита существенного различия нет.

5. *Светимости вспыхвающих звезд.* Согласно принятому в настоящее время представлению, темпы эволюции звезд растут с массой (светимостью). Этим обусловлен тот факт, что со старением системы вспыхвающих звезд те из них, которые имеют более высокие светимости постепенно перестают показывать вспышечную активность — выходят из стадии вспыхвающей звезды, когда одной из наиболее важных особенностей звезды является ее способность показывать вспышки.

Следствием различия темпов эволюции является упомянутая выше закономерность, согласно которой чем старше звездная группа, тем более позднему спектральному классу принадлежит наиболее яркая в ней вспыхвающая звезда [13].

Другим следствием указанного различия является убывание средней светимости вспыхвающих звезд со старением системы, в которую они входят [14]. На рис. 2, основанном на современных данных, представлены распределения светимостей вспыхвающих звезд для сравнительно хорошо изученных систем и звезд типа UV Кита. К системам, входящим в работу [14], здесь добавлены две новые — в Темных облаках Гельца (ТОТ) и Единороге (NGC 2264).

Рис. 2 довольно четко указывает на смещение максимума распределения светимостей в сторону низких светимостей при переходе к более старым системам.

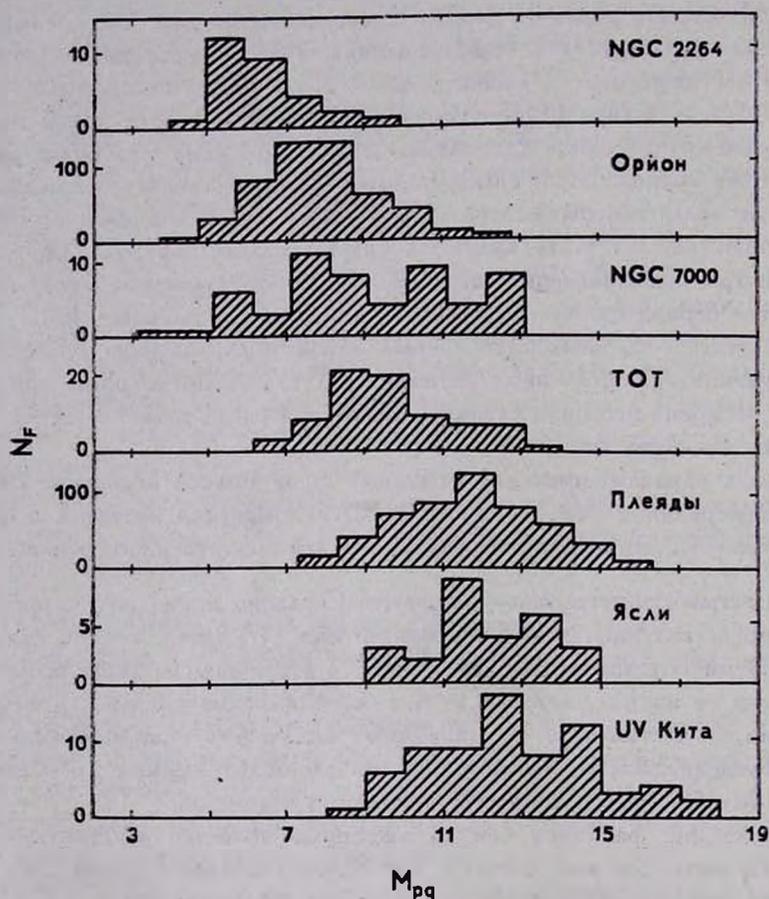


Рис. 2. Распределение вспыхивающих звезд по светимостям в некоторых скоплениях и ассоциациях, а также звезд типа UV Кита окрестностей Солнца. ТОТ-ассоциация в Темных облаках Тельца.

Зависимость средней светимости вспыхивающих звезд — \overline{M}_{pg} от возраста системы — t (в годах), основанная на данных рис. 2 и возрастов систем, приведенных в [10], подтверждает результат, полученный в работе [14]: средняя светимость вспыхивающих звезд систематически уменьшается со старением этих звезд (рис. 3).

Данные о системах вспыхивающих звезд в ассоциациях Единорога (NGC 2264) и Темных облаков Тельца при построении линейной зависимости ($\bar{M}_{pg}, \lg t$) (рис. 3) не использованы.

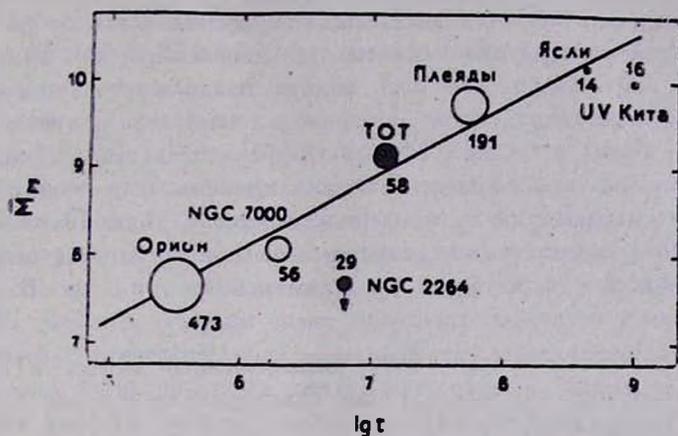


Рис. 3. Зависимость средней фотографической абсолютной величины (\bar{M}_{pg}) вспыхивающих звезд от возраста системы в годах (t), в которую они входят. Площади кружков пропорциональны числу использованных вспыхивающих звезд, приведенных рядом. Возрасты NGC 2264 и ТОТ заимствованы из работ [15] и [16].

Судя по средней светимости вспыхивающих звезд, из этой зависимости следует, что ассоциация Единорога (NGC 2264) самая молодая из рассмотренных систем, а система вспыхивающих звезд в Темных облаках Тельца по возрасту находится между системами NGC 7000 и Плеяд.

Однако следует отметить, что в случае ассоциации Единорога (NGC 2264) полученные данные, по-видимому, не свободны от наблюдательной селекции. Эта система наиболее далекая и наблюдалась недостаточно долго, вследствие чего в ней, возможно, обнаружены, в основном, наиболее яркие вспыхивающие звезды. Это могло привести к некоторому повышению средней светимости вспыхивающих звезд в этой системе.

В свете зависимости средней светимости вспыхивающих звезд от возраста системы, в которую они входят, вполне естественна и объяснима низкая средняя светимость звезд типа UV Кита окрестностей Солнца.

6. *Продолжительность звездной вспышки.* Продолжительность вспышки (от минимума до минимума) при данной энергии определяется формой кривой блеска и, следовательно, может быть различной, при одной и той же энергии вспышки.

Однако уже первые наблюдения звездных вспышек в системах, выполненные Аро и Чавира [17], выявили статистическую зависимость про-

должительности вспышки от светимости вспыхивающей звезды: чем больше светимость звезды, тем больше, в среднем, продолжительность производимых ею вспышек. Эта зависимость, как было показано позже Кункелем [18], справедлива и для звезд типа UV Кита.

Современные наблюдения звездных вспышек значительно расширили интервал полной их продолжительности, указанный Аро [2]. У звезд типа UV Кита наблюдались вспышки, полная продолжительность которых не превышает нескольких секунд. Например, наиболее кратковременная вспышка (CN Льва) в каталоге Моффетта [19] имеет продолжительность в 4 с. Естественно, такие кратковременные вспышки недоступны для фотографических наблюдений в скоплениях и ассоциациях. Наоборот, при фотографических наблюдениях звездных вспышек в системах были зарегистрированы вспышки, которые продолжались много часов. В качестве примера можно отметить «медленную», очень мощную вспышку (амплитуда в ультрафиолетовых лучах — 8^m4) вспыхивающей звезды T177 Ориона, зарегистрированную в обсерватории Тонанцинтла, которая продолжалась около 20 часов [20].

При этом интересно отметить, что CN Льва, у которой была зарегистрирована самая кратковременная вспышка, является звездой самой низкой светимости ($M_V = 18^m6$) среди наблюдаемых Моффеттом [19] звезд типа UV Кита, а звезда T177 Ориона, показавшая очень продолжительную вспышку, наоборот, имеет несравненно более высокую светимость ($M_{pg} = 8^m4$).

С другой стороны, наблюдения показывают, что продолжительность вспышки каждой вспыхивающей звезды, в среднем, растет с энергией вспышки. Причем, как показали фотоэлектрические наблюдения вспышек самой UV Кита [21], существует, в среднем, прямая зависимость между временем возгорания вспышки и ее продолжительностью. Такая же зависимость намечается и для вспышек звезд в скоплениях и ассоциациях, если использовать данные о «медленных» вспышках, для которых известны только времена возгорания [10].

Общность временных характеристик вспышек звезд типа UV Кита и вспыхивающих звезд в системах можно рассматривать как еще одно свидетельство в пользу их физического родства.

7. Средняя частота и энергия вспышек. Фотографические наблюдения вспыхивающих звезд в скоплении Плеяды свидетельствуют [22], что, подобно звездам типа UV Кита, они значительно отличаются друг от друга по средней частоте вспышек. Причем, в обоих случаях она растет в сторону маломощных вспышек.

Возрастание средней частоты с убыванием энергии вспышек наглядно видно из энергетических спектров вспыхивающих звезд, которые для вспыхивающих звезд в системах качественно не отличаются от энергетических спектров, построенных для звезд типа UV Кита [18, 23].

Вместе с этим, энергия вспышек систематически растет к звездам более высоких светимостей, то есть к вспыхивающим звездам — членам более молодых систем.

Весьма примечателен с этой точки зрения рис. 2, работы Коротина и Краснобабцева [24], который четко указывает на общность энергетических спектров вспыхивающих звезд в скоплениях и ассоциациях и в окрестностях Солнца. Он показывает также, что энергетические спектры звездных вспышек в системах являются как бы продолжением энергетических спектров вспышек звезд окрестностей Солнца на область больших энергий.

Фотоэлектрические наблюдения вспышек звезд типа UV Кита, во время которых регистрируются даже очень слабые вспышки, показывают [10], что средняя частота вспышек коррелирует со светимостью звезды. На рис. 4 графически представлена эта корреляция.

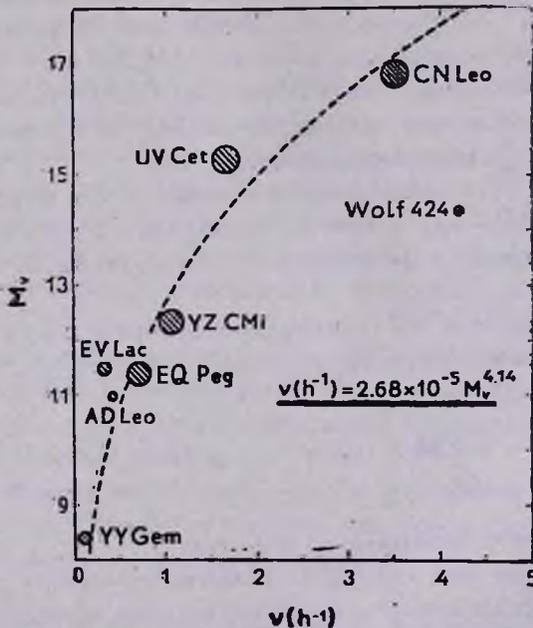


Рис. 4. Зависимость средней частоты (ν) от визуальной абсолютной величины звезды в минимуме (M_V) для звезд типа UV Кита [10], по результатам наблюдений Моффетта [19]. Радиусы кружков пропорциональны числам наблюдаемых вспышек.

Согласно работе Гершберга [25], корреляция между средней частотой вспышек и светимостью вспыхивающей звезды существует также для вспыхивающих звезд в системах.

Следовательно, и в этом вопросе звезды типа UV Кита и вспыхивающие звезды в скоплениях и ассоциациях ведут себя одинаково.

8. *Цвета вспышечного излучения.* Спектральные наблюдения звездных вспышек (вспыхивающих звезд в период вспышки) связаны с большими трудностями и были выполнены в весьма ограниченном объеме. Несмотря на это, они дали весьма важные сведения о поведении возникающего во время вспышек излучения [26—28].

Все существующие наблюдения спектров вспыхивающих звезд в период вспышки относятся к сравнительно ярким звездам типа UV Кита окрестностей Солнца.

Поэтому, для сравнения свойств вспышечного излучения звезд типа UV Кита и вспыхивающих звезд в системах, можно использовать результаты только колориметрических наблюдений звездных вспышек.

Колориметрические *UBV*-наблюдения большого числа вспышек звезд типа UV Кита фотоэлектрическим методом были выполнены Кристалди и Родоно [6, 29] в обсерватории Катания (Италия) и Моффеттом [19] в МакДональдской обсерватории (США). На Майданакской станции Ташкентского астрономического института АН Узб.ССР были выполнены синхронные фотоэлектрические *UBV*-наблюдения вспышек самой UV Кита, с использованием трех телескопов, каждый из которых регистрировал вспышки в одной фотометрической полосе [21].

Результаты этих наблюдений показывают, что в максимуме блеска вспышки цвета $(U-B)_+$ и $(B-V)_+$ вспышечного излучения обычно отличаются от вспышки к вспышке, а в период данной вспышки меняются хаотически.

Фотоэлектрические *UBV*-наблюдения вспышек звезд типа UV Кита, выполненные Моффеттом [19], например, для цветов вспышечного излучения, в максимуме блеска дают:

$$\begin{aligned} (U-B)_+ &= -0.88 \pm 0.31, & (B-V)_+ &= 0.34 \pm 0.44. \\ n &= 153 & n &= 77 \end{aligned}$$

Здесь n — число наблюдаемых вспышек.

Обращают на себя внимание большие отклонения цветов вспышечного излучения от их среднего значения, которые характеризуют, в основном, изменения цветов от вспышки к вспышке.

Цвета вспышечного излучения в случае вспышек звезд в системах известны менее точно и определены фотографическим методом. Однако они

также четко указывают на различие цветов для разных вспышек, в максимуме блеска вспышки, и их изменения во время данной вспышки.

Колориметрические наблюдения звездных вспышек в системах фотографическим методом были выполнены в Бюраканской астрофизической обсерватории АН Арм.ССР в Плеядах и Орионе, сначала в фотометрических полосах U и B (с применением двух телескопов) [30, 31], а затем, совместно с Абастуманской астрофизической обсерваторией АН Груз.ССР, в трех полосах U , B и V (с применением трех телескопов) [32].

Фотографические UBV -наблюдения звездных вспышек в системах привели к следующим средним значениям цветов вспышечного излучения в максимуме блеска [32]:

$$(U - B)_+ = -0.64 \pm 0.61, \quad (B - V)_+ = -0.02 \pm 0.72.$$

$$n = 45 \quad \quad \quad n = 12$$

Сравнение этих цветов с цветами, полученными Моффеттом [19] для вспышечного излучения звезд типа UV Кита, позволяет утверждать, что с учетом больших отклонений отдельных определений цветов от их среднего значения, характеризующих, в основном, изменения цветов от вспышки к вспышке, цвета вспышечного излучения в максимуме вспышки в обоих случаях практически мало отличаются.

9. *Диаграмма Герцшпрунга-Рессела.* На диаграмме (V , $B - V$) вспыхивающие звезды в скоплениях и ассоциациях занимают полосу вокруг главной последовательности [13]. Причем, существование вспыхивающих звезд, расположенных ниже главной последовательности, в этом случае можно считать установленным. На этот важный факт впервые обратили внимание Аро и Чавира [13]. В этом смысле диаграммы Герцшпрунга-Рессела вспыхивающих звезд напоминают диаграммы, построенные для звезд типа T Тельца.

В дальнейшем этот наблюдательный факт был подтвержден Эндрюсом [33] и Чавушняном и Гарибджаняном [34], построившими диаграммы Герцшпрунга-Рессела для вспыхивающих звезд в ассоциации Ориона и скоплении Плеяды, соответственно.

Диаграммы Герцшпрунга-Рессела вспыхивающих звезд в скоплениях и ассоциациях отличаются друг от друга по спектральному классу наиболее яркой вспыхивающей звезды и по величине отклонений от главной последовательности.

У наиболее молодых систем, например, в ассоциации Ориона, встречаются вспыхивающие звезды более ранних спектральных классов, по сравнению с более старыми системами. Вместе с этим, величины отклонений вспыхивающих звезд от главной последовательности максимальны у

наиболее молодых систем и постепенно убывают к более старым системам [13].

Диаграмма Герцшпрунга-Рессела, построенная для звезд типа UV Кита [35], хорошо вписывается в эту схему. На ней для большинства звезд наиболее ранний спектральный класс — поздний M и небольшие отклонения от главной последовательности характеризуют группу весьма старых вспыхающих звезд*. Причем, и в этом случае встречаются вспыхающие звезды, расположенные значительно ниже главной последовательности. Например, в работе Стариковой [36] приведены свидетельства существования таких звезд среди звезд типа UV Кита окрестностей Солнца.

10. *Радио- и рентгеновские вспышки.* Звездные вспышки в указанных областях спектра изучены значительно хуже. Причем, основная доля наблюдений звездных вспышек и, вообще, вспыхающих звезд в радио- и рентгеновской областях относится к ярким звездам типа UV Кита. Вспыхающие звезды в скоплениях и ассоциациях в этих областях спектра наблюдались эпизодически.

Тем не менее, в настоящее время уже имеются некоторые основания считать, что по проявлению вспышек в этих областях звезды типа UV Кита и вспыхающие звезды в скоплениях и ассоциациях не отличаются друг от друга. Наблюдения вспыхающих звезд в Орионе и Плеядах, в радио- [37, 38] и рентгеновской [39, 40] областях спектра свидетельствуют, что, подобно звездам типа UV Кита (см., например, [28]), вспыхающие звезды в системах обладают способностью показывать радио- и рентгеновские вспышки.

11. *Связь с диффузной материей.* Как было отмечено в начале этой статьи, связь вспыхающих звезд в системах с диффузной материей Хербиг [4] считал их существенным отличием от звезд типа UV Кита окрестностей Солнца.

В настоящее время различия в возрасте вспыхающих звезд в разных группах, в частности, в системах и в окрестностях Солнца, естественным образом объясняют отсутствие диффузной материи вокруг Солнца. Действительно, наблюдения вспыхающих звезд показывают, что они по-разному связаны с диффузной материей: со старением вспыхающих

* Среди звезд типа UV Кита окрестности Солнца имеются и звезды более раннего спектрального класса, например, K7 [18]. Однако этот факт обусловлен, по-видимому, разнообразием совокупности звезд типа UV Кита по возрасту. Имеются основания допустить [10], что эти звезды являются выходцами из систем разного возраста, составляют население общего галактического поля. Этот вопрос будет рассмотрен нами отдельно.

звезд (системы, в которую они входят) постепенно исчезает их связь с диффузной материей.

Например, в ассоциациях Ориона, Единорога (NGC 2264) и Темных облаков Тельца эта связь очень тесная. В этих системах фактически все звезды погружены в диффузную материю. Указанная связь существенно слабее для более старых вспыхивающих звезд в скоплениях Плеяды и Ясли. И, наконец, для наиболее старых вспыхивающих звезд — звезд типа UV Кита окрестностей Солнца последние остатки этой связи отсутствуют.

Отсюда следует, что существование вспыхивающих звезд и диффузной материи в одних объемах характерно лишь для очень молодых систем. По мере их старения соответствующие туманности постепенно рассеиваются.

Отсутствие связи диффузной межзвездной материи со звездами типа UV Кита не только можно объяснить рассеянием этой материи со старением звезд. Этот наблюдательный факт, по-видимому, является и определенным свидетельством в пользу представления о том, что звезды типа UV Кита, в своем большинстве, довольно старые образования.

12. *Заключение.* Сравнение наблюдаемых характеристик звезд типа UV Кита окрестностей Солнца и вспыхивающих звезд в скоплениях и ассоциациях показывает большую общность этих звезд (кривые блеска вспышек, вид спектров в спокойном состоянии, светимости, продолжительность вспышек, средняя частота вспышек, энергетические спектры, цвета вспышечного излучения, диаграмма Герцшпрунга-Рессела, вспышки в радио-и рентгеновской областях).

Однако наблюдаются и некоторые различия. Наиболее существенными из них, ранее отмеченными Аро [2] и Хербигом [4], являются следующие.

1. В спокойном состоянии спектры звезд типа UV Кита обычно более поздние, чем у вспыхивающих звезд в системах.

2. Светимости звезд типа UV Кита значительно ниже светимостей вспыхивающих звезд, входящих в системы.

3. Абсолютная вспышечная активность (в энергиях) звезд типа UV Кита ниже, чем вспыхивающих звезд в системах.

4. Звезды типа UV Кита не показывают признаков связи с диффузной материей.

Как было отмечено в соответствующих разделах настоящей статьи, все эти различия удовлетворительно объясняются тем, что звезды типа UV Кита в своем большинстве являются более старыми объектами, по сравнению со вспыхивающими звездами в системах.

Возможно, этим следует объяснить и менее существенные различия между звездами типа UV Кита и вспыхивающими звездами в скоплениях и ассоциациях.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

STATISTICAL STUDY OF FLARE STARS I. THE UV CETI STARS OF SOLAR VICINITY AND THE FLARE STARS IN CLUSTERS AND ASSOCIATIONS

L. V. MIRZOYAN, V. V. HAMBARIAN

On the basis of the present observational data it is shown that there exists quantitative similarity between the observed characteristics of the UV Ceti stars of the solar vicinity and the flare stars in clusters and associations. The flare light-curves, spectra in minimum, luminosities, flare duration, mean flare frequency, energetic spectra, colours of flare emission, Hertzsprung-Russell diagrams, flare-ups in radio and X-ray regions are used. The existing differences between these stars mainly quantitative ones (luminosities, energetic spectra, Hertzsprung-Russell diagrams, connection with diffuse nebulae etc.), are explained satisfactorily by the differences in their ages, the UV Ceti stars on the average being the oldest objects.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Сообщ. Бюракан. обсерв., 13, 1954.
2. G. Haro, *Boll. Observ. Tonantzintla*, 14, 3, 1956.
3. В. А. Амбарцумян, Звезды, туманности, галактики, Тр. симпозиума, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1969, стр. 283.
4. G. H. Herbig, *Astrophys. J.*, 135, 736, 1962.
5. M. Rodono, *Variable Stars and Stellar Evolution*, IAU Symposium No. 67, ed. V. E. Sherwood, L. Plaut, Reidel, Dordrecht-Boston, 1975, p. 69.
6. S. Cristaldi, M. Rodono, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 10, 47, 1973.
7. Л. В. Мирзоян, Вспыхивающие звезды, фуоры и объекты Жербяга—Аро, ред. Л. В. Мирзоян, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1980, стр. 45.
8. G. Haro, *Stars and Stellar Systems*, vol. 7, ed. B. M. Middlehurst, L. H. Aller, Univ. Chicago Press, Chicago, 1968, p. 141.
9. Л. В. Мирзоян, Н. Д. Меликян, Вспыхивающие звезды и родственные объекты, ред. Л. В. Мирзоян, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1986, стр. 153.
10. Л. В. Мирзоян, Нестационарность и эволюция звезд, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1981.
11. E. B. Irtarte, *Bol. Observ. Tonantzintla*, 1, 209, 1975.

12. J. R. Stauffer, *Astron. J.*, 87, 1507, 1982.
13. G. Haro, E. Chavira, *Vistas Astron.*, 8, 89, 1966.
14. Л. В. Мирзоян, Г. А. Брутян, *Астрофизика*, 16, 97, 1980.
15. К. У. Аллен, *Астрофизические величины*, Мир, М., 1977.
16. M. Cohen, L. V. Kuhl, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 41, 743, 1979.
17. G. Haro, E. Chavira, *Boll. Observ. Tonantzintla*, 12, 3, 1955.
18. W. Kunkel, *Variable Stars and Stellar Evolution*, IAU Symposium No. 67, ed. E. Sherwood, L. Plaut, Reidel-Dordrecht-Boston, 1975, p. 15.
19. T. J. Moffett, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 29, 1, 1974.
20. G. Haro, E. Parsamian, *Boll. Observ. Tonantzintla*, 5, 45, 1969.
21. Н. Н. Киличков, Н. Д. Меликян, Л. В. Мирзоян, В. С. Шевченко, *Астрофизика*, 15, 605, 1979.
22. Л. В. Мирзоян, О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, Г. Б. Оганян, Н. Д. Меликян, Р. Ш. Науелишвили, М. К. Цветков, *Астрофизика*, 13, 205, 1977.
23. В. И. Краснобабцев, Р. Е. Гершберг, *Изв. Крым. астрофиз. обсерв.*, 53, 154, 1975.
24. С. А. Коротин, В. И. Краснобабцев, *Вспыхивающие звезды и родственные объекты*, ред. Л. В. Мирзоян, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1986, стр. 147.
25. Р. Е. Гершберг, *Вспыхивающие звезды и родственные объекты*, ред. Л. В. Мирзоян, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1986, стр. 162.
26. W. Kunkel, *An Optical Study of Stellar Flares*, Texas Univ., Austin, 1967.
27. T. J. Moffett, В. W. Vopp, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 31, 61, 1976.
28. L. V. Mirzoyan, *Vistas Astron.*, 27, 77, 1984.
29. S. Cristaldi, M. Rodono, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 2, 223, 1970.
30. Э. С. Парсамян, О. С. Чавушян, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 48, 16, 1975.
31. О. С. Чавушян, Л. К. Ерастова, Н. Д. Меликян, М. К. Цветков, Н. Якович, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 52, 78, 1980.
32. Л. В. Мирзоян, О. С. Чавушян, Н. Д. Меликян, Р. Ш. Науелишвили, В. В. Амбарян, Г. А. Брутян, *Астрофизика*, 19, 725, 1983.
33. A. D. Andrews, *Boll. Observ. Tonantzintla*, 5, No. 34, 195, 1970.
34. О. С. Чавушян, А. Т. Гарибджанян, *Астрофизика*, 11, 565, 1975.
35. D. Hofflett, *The Noraby Stars and the Stellar Luminosity Function*, IAU Colloquium No. 67, ed. A. G. D. Philip, A. K. Ugrren, L. Davis Press, New York, 1983, p. 33.
36. Г. А. Старикова, *Вспыхивающие звезды, флуоры и объекты Хербига-Аро*, ред. Л. В. Мирзоян, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1980, стр. 123.
37. O. B. Slee, C. S. Higgins, C. Roslund, G. Linga, *Nature*, 224, 1087, 1969.
38. Г. М. Товмасын, *Вспыхивающие звезды*, ред. Л. В. Мирзоян, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1977, стр. 23.
39. J.-P. Caillault, D. J. Helfand, *Astrophys. J.*, 289, 279, 1985.
40. W. H.-M. Ku, G. A. Chapan, *Astrophys. J.*, 234, L 59, 1979.
41. Л. В. Мирзоян, В. В. Амбарян, А. Т. Гарибджанян, А. Л. Мирзоян, *Астрофизика* (в печати).