

ИТОГИ НАБЛЮДЕНИЙ ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД В ЗВЕЗДНЫХ АГРЕГАТАХ

Введение

Открытие звездных ассоциаций [1] сильно расширило возможности изучения звезд, находящихся на ранних стадиях своего развития. Выяснилось [2, 3], что характерной чертой молодых звезд является их физическая нестационарность, которая обычно проявляется в изменениях мощности и состава их излучения, которые иногда трудно объяснимы в рамках обычных физических представлений. Для молодых карликовых звезд этот вопрос впервые был обсужден В. А. Амбарцумяном [4] в связи с проблемой об источниках энергии звезд. Было обращено внимание на то, что в короткие периоды вспышек звезды типа UV Кита приобретают некоторые признаки, свойственные звездам типа Т Тельца, свидетельствующие о родственности объектов этих двух типов. Возникла идея о том, что вспыхивающие звезды типа UV Кита так же, как и звезды типа Т Тельца, входящие в состав Т-ассоциаций, являются молодыми образованиями.

Эта идея вскоре была подтверждена открытием Аро [5] первых вспыхивающих звезд в ассоциации Ориона (возраст порядка 10^7 лет).

Следующий важный шаг в изучении ранних стадий эволюции красных карликовых звезд—было открытие вспыхивающих звезд в сравнительно молодых звездных скоплениях.

В 1957 г. Митчелл и Джонсон [6], при электрофотометрии скопления Плеяды, случайно обнаружили первую вспыхивающую звезду (НИ 1306) в этой системе (возраст 7×10^7 лет).

В дальнейшем в Плеядах и других сравнительно старых, по сравнению со звездными ассоциациями, системах было обнаружено множество вспыхивающих звезд.

Стало очевидным, что в процессе эволюции звезд фаза вспыхивающей звезды значительно более продолжительна, чем фаза звезды типа Т Тельца.

С другой стороны, наблюдения Аро и Чавира [7] вспыхивающих звезд в звездных агрегатах различного возраста показали, что они по своей природе не отличаются существенно от звезд типа UV Кита, находящихся в окрестностях Солнца.

Уже первые наблюдения вспыхивающих звезд в звездных агрегатах позволили Аро [8] высказать идею о том, что молодая карликовая звезда после фазы типа Т Тельца переходит в фазу вспыхивающей звезды, обладающей вспышечной активностью. С этим согласуется и факт существования в ассоциации Ориона звезд, показывающих одновременно характерные особенности звезд типа Т Тельца и вспыхивающих. Некоторые подтверждения получили эти выводы в

В кн.: «Вспыхивающие звезды». Труды симпозиума. Бюракан, 5—8 октября 1976 г. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 63, 1977. (Соавтор Л. В. Мирзоян).

Доклад был представлен Л. В. Мирзояном.

работах Розино и сотрудников [9—12], открывших значительное число вспыхивающих звезд в звездных агрегатах.

После того, как статистическое исследование звездных вспышек на основе планомерных наблюдений вспыхивающих звезд в Плеядах в обсерваториях Азиаго (Италия), Будапештской, Бюраканской и Тонанцинтла (Мексика) показало [13—18] необычное обилие вспыхивающих звезд в этой системе, идея Аро оказалась важной закономерностью.

Этими успешными наблюдениями были в последующем охвачены также звездные агрегаты в Орионе, Яслях, Лебеде и др.

В последние годы некоторые наблюдения вспыхивающих звезд в агрегатах Ориона и Плеяд были проведены также в Абастуманской астрофизической обсерватории и обсерватории в Зоннеберге.

В предлагаемом обзоре подводятся некоторые итоги наблюдений вспыхивающих звезд в звездных агрегатах. Некоторые аспекты этой проблемы были рассмотрены нами в обзорной статье, представленной на Бамбергском Коллоквиуме о переменных звездах и в симпозиуме МАС «Переменные звезды и звездная эволюция» [19, 20]. Этому вопросу, с точки зрения наблюдательного подхода к проблеме эволюции звезд, посвящена также недавно вышедшая статья Аро [21].

Плеяды

К 1 мая 1976 г. в области Плеяд было обнаружено 469 вспыхивающих звезд [18]. Большинство из них принадлежит самому скоплению. Статистика вспышек этих звезд показывает, в согласии с работами В. Амбарцумяна и др. [13—18], что полное число вспыхивающих звезд в этой системе должно быть порядка 1000.

Среди известных вспыхивающих звезд Плеяд средняя частота вспышек самая разнообразная. Средняя частота наблюдаемых вспышек у отдельных звезд может отличаться от других по величине на целый порядок [18].

Сильно отличаются друг от друга вспыхивающие звезды Плеяд и по амплитудам вспышек—по степени вспышечной активности. Об этом свидетельствуют, например, данные табл. 1, относящиеся к вспышкам с фотографическими амплитудами, соответственно меньше и больше $2^m 0$.

Таблица 1
Вспыхивающие звезды с фотографическими амплитудами
 $\Delta m_{pg} < 2.0$ и ≥ 2.0

Δm_{pg}	n	n_1	n_2	n_0	N
Все	469	270	71	513	982
< 2.0	252	171	3	385	637
≥ 2.0	217	144	45	230	447

В последовательных строчках табл. 1 приведены n_1 и n_2 —числа вспыхивающих звезд, уже показавших по одной и, соответственно, по две вспышки, n_0 —вычисленное число вспыхивающих звезд, еще не показавших ни одной вспышки и N—оценка полного числа вспыхивающих звезд.

Из этих данных следует, что полное число вспыхивающих звезд, которые могут наблюдаться во вспышках с амплитудами $\Delta m_{pg} \geq 2$

($N=447$), составляет около половины всех вспыхивающих звезд в системе ($N=982$). Это не может быть следствием того, что наша статистика основана только на вспышках известных нам 217 вспыхивающих звезд с фотографическими амплитудами ≥ 2.0 . Как известно (см., например, [20]), метод определения полного числа вспыхивающих звезд, основанный на вычислении числа вспыхивающих звезд, еще не показавших ни одной вспышки (n_0), с помощью чисел звезд, уже показавших по одной (n_1) и по две (n_2) вспышки, практически не зависит от общего числа известных вспыхивающих звезд (n), использованных для статистики вспышек. Поэтому полученное полное число вспыхивающих звезд, для которых возможны вспышки с амплитудами $\Delta m_g^d \geq 2.0$, отражает действительность.

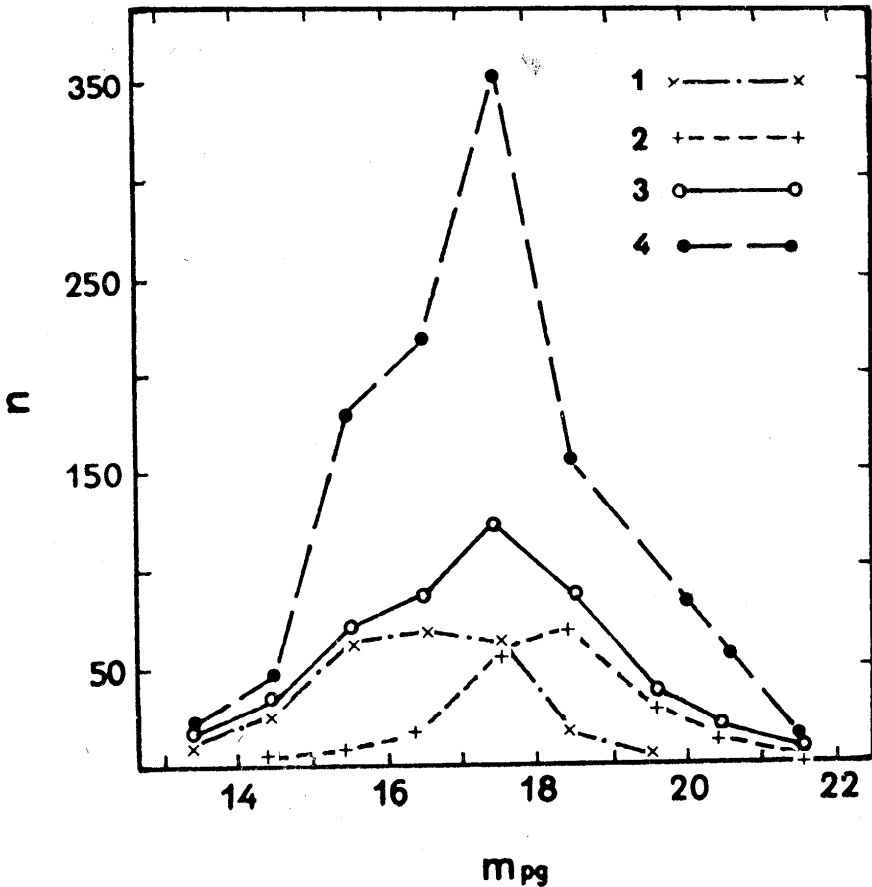


Рис. 1. Распределение вспыхивающих звезд по фотографическим звездным величинам в агрегате Плеяды. 1—звезды с $\Delta m_{pg} \geq 2.0$; 2—звезды с $\Delta m_{pg} < 2.0$; 3—все известные вспыхивающие звезды (наблюдения) и 4—все вспыхивающие звезды (вычисления).

Именно, из полного числа вспыхивающих звезд в системе меньше половины обладают способностью производить вспышки с фотографическими амплитудами ≥ 2.0 , а больше половины вспыхивающих звезд могут быть наблюдаемы только во вспышках с меньшими амплитудами (< 2.0).

На самом деле, по-видимому, следует считать, что отношение чисел вспышек с амплитудами больше и меньше определенной величины меняется от звезды к звезде. Оно убывает, в среднем, с увеличением

яркости звезды. Крайним значениям этого отношения соответствуют случаи, когда вспышки с амплитудами больше указанной величины у звезды не бывают и когда из-за ограничений в точности наблюдений вспышки с меньшими амплитудами не могут наблюдаться.

Следует отметить, что если число звезд, способных произвести вспышки с амплитудами $\Delta m_{rg} \geq 2.0$, не может измениться с увеличением статистики вспышек в Плеядах вследствие новых наблюдений, то число звезд, показавших только вспышки с амплитудами < 2.0 , может заметно уменьшиться за счет тех звезд, которые в дальнейшем могут показать вспышки с амплитудами ≥ 2.0 . Ибо возможно, что для таких звезд вспышки с большой амплитудой не полностью запрещены, а лишь относительно гораздо менее вероятны, чем у звезд другой группы.

Распределение вспыхивающих звезд с амплитудами $\Delta m_{rg} \geq 2$ имеет хорошо выраженный максимум в интервале $m = 18-19$, а вспыхивающих звезд с амплитудами $\Delta m_{rg} < 2.0$ — в интервале $m = 16-17$ (рис. 1). Отсюда следует, что светимости первых из них в среднем на 2.0 больше последних.

Рис. 1 свидетельствует о том, что у абсолютно более слабых вспыхивающих звезд относительная мощность вспышечной активности больше, чем у ярких вспыхивающих звезд. Этот факт согласуется с тем, что темпы развития звезд зависят от их масс, вследствие чего звезды с меньшими массами медленнее проходят вспышечный этап эволюции.

Это утверждение находится в соответствии с представлением, выдвинутым Аро (см., например, [21]), о том, что чем старше звездный агрегат, тем более поздний спектральный класс наблюдается у наиболее ярких вспыхивающих звезд в нем.

Явно выраженный максимум в распределениях вспыхивающих звезд, по видимой величине, с амплитудами вспышек $\Delta m_{rg} < 2.0$ и ≥ 2.0 и быстрое падение чисел звезд при переходе к более слабым вспыхивающим звездам, и в этом случае, отражает действительность. Изменение условной предельной амплитуды 2.0 , разделяющей указанные группы, может привести лишь к некоторому смещению наблюдаемого, реально существующего максимума. Учет наблюдательной селекции не в состоянии приостановить быстрое падение чисел вспыхивающих звезд в сторону низких светимостей. Это хорошо видно на рис. 1 из распределений для всех вспыхивающих звезд и согласуется с оценками полного числа вспыхивающих звезд в Плеядах. При противоположном допущении следовало бы считать, что в системе существует гораздо больше вспыхивающих звезд, чем вытекает из статистики вспышек, что привело бы к невероятно большой массе системы.

Орион

Число известных к настоящему времени вспыхивающих звезд в области Ориона по работе Аро [21] равно 325, то есть несколько меньше, чем в Плеядах. Из них у 236 вспыхивающих звезд зарегистрированы по одной и у 60 звезд по две вспышки. По этим данным число пока неизвестных вспыхивающих звезд в Орионе получается равным 464, а полное число всех вспыхивающих звезд — всего 789. Это значительно меньше той оценки, которая нами была получена ранее [22] на основе статистики вспышек 222 звезд в этой области.

Однако, если учесть, что агрегат Ориона примерно в четыре раза дальше, чем Плеяды, вследствие чего при наблюдениях мы теряем, по

крайней мере, одну треть вспышек—тех вспышек, которые могли бы наблюдаться на расстоянии Плеяд, можно допустить, что полное число вспыхивающих звезд в Орионе порядка 1000. Следовательно, по богатству вспыхивающих звезд агрегат Ориона возможно не уступает агрегату Плеяд.

Агрегат в Орионе содержит большое число звезд типа Т Тельца, что обусловлено его молодостью. Примерно четверть из них показывает вспышки, характерные для вспыхивающих звезд [23]. Иначе говоря, они являются одновременно вспыхивающими звездами. Анализ возможностей объяснения этого факта дает основание допустить, что вспышечная активность у звезд типа Т Тельца наступает незадолго до окончания этой наиболее ранней стадии развития звезд [23].

Следует добавить, что наблюдаемые в агрегате Ориона вспыхивающие звезды имеют средние светимости, на 2—3^m превышающие средние светимости вспыхивающих звезд Плеяд.

Ясли

Наиболее подробное исследование этого агрегата было выполнено Янковичем [24].

На основе фотографических наблюдений области этого агрегата им были зарегистрированы вспышки 20 новых вспыхивающих звезд. В результате число известных вспыхивающих звезд в этой системе достигло 33. Их вспышки явились основой для исследования этого сравнительно старого агрегата (возраст $\approx 4 \cdot 10^8$ лет), содержащего по статистическим оценкам 300 вспыхивающих звезд. Небольшая разница расстояний агрегатов в Ясли и Плеядах позволила выполнить их сравнительное исследование и показать сходство во многих отношениях.

Лебедь

Этот агрегат обратил на себя внимание после открытия в нем в 1970 году фуора V 1057 Лебеда. После открытия первых вспыхивающих звезд в этой системе этим агрегатом занялся Цветков [25], который довел число известных вспыхивающих звезд в нем до 51. Оценка полного числа вспыхивающих звезд в этой системе на основе статистики всех наблюденных вспышек привела к значению ≈ 400 .

Агрегат в Лебеде по многим признакам, кажется, очень молодым. Кроме вспыхивающих звезд в нем обнаружены более ста звезд с H_{α} -эмиссией в спектре. Однако этот агрегат, по-видимому, должен быть старше агрегата в Орионе, так как среди них до сих пор не обнаружены звезды Т Тельца. Тем не менее, не исключена возможность, что дальнейшие наблюдения приведут к их открытию.

Интересно отметить, что среди известных в агрегате Лебеда звезд с H_{α} -эмиссией в спектре, за все время наблюдений, ни одна не показала вспышки и, наоборот, все известные вспыхивающие звезды не имели эмиссию в H_{α} . Между тем, судя по агрегатам в Орионе и NGC 2264, в очень молодых системах некоторые вспыхивающие звезды обладают одновременно характерными особенностями звезд типа Т Тельца.

Другие звездные агрегаты

Значительно хуже исследованы вспыхивающие звезды в других звездных агрегатах. Некоторые наблюдения выполнены для агрегатов в NGC 2264, NGC 7023 и других. Но продолжительность этих наблюдений очень небольшая. Фотографические наблюдения дают основание

думать, что агрегат в NGC 2264 имеет особенности, напоминающие агрегат в Орионе. В нем много звезд типа Т Тельца, причем некоторые из них показали вспышки. Это означает, что в NGC 2264, как и в Орионе, существуют молодые звезды, которые обладают одновременно особенностями звезд типа Т Тельца и вспыхивающих звезд. Общей особенностью для этих двух ассоциаций является присутствие в них значительных масс диффузной материи.

О других агрегатах известно очень мало. Немногочисленные наблюдения этих систем привели к открытию в них лишь отдельных вспыхивающих звезд.

Некоторые общие замечания

Наблюдения вспыхивающих звезд в звездных агрегатах позволили установить эволюционное значение этих звезд и выявить некоторые закономерности эволюции молодых звезд.

Оказалось, что в зависимости от возраста звездных агрегатов меняется их состав. В очень молодых агрегатах в Орионе и NGC 2264, являющихся звездными ассоциациями, присутствуют большей частью представители более ранних стадий развития звезд (звезды типа Т Тельца, объекты Хербига-Аро). Однако они содержат и значительное число вспыхивающих звезд. В сравнительно старых агрегатах—в скоплениях Плеяды и Ясли—эти ранние стадии отсутствуют и основное звездное население составляют вспыхивающие звезды. В агрегатах промежуточного возраста, каким, по-видимому, является агрегат в Лебеде, наряду со вспыхивающими можно надеяться обнаружить некоторое число звезд типа Т Тельца. О сравнительной молодости этой системы свидетельствует наличие в ней многих звезд с H_{α} -эмиссией в спектре.

Наличие звезд ранних спектральных классов в этой системе и фуора V 1057 Лебеда может оказаться важным для выяснения возможной эволюционной связи между звездами ранних и поздних спектральных классов.

Наблюдения показывают, что звездные агрегаты разного возраста отличаются и по средней наблюдаемой частоте вспышек. Трудно объяснить иначе, например, тот факт, что вероятность открытия вспыхивающих звезд в агрегате Лебеда в 6 раз меньше, чем в Плеядах [25].

Средняя частота вспышек меняется и в пределах данного агрегата. Наиболее хорошо изучен в этом отношении агрегат в Плеядах. Наблюдения вспышек в Плеядах дают основание считать, что средняя частота вспышек в этой системе изменяется от звезды к звезде более, чем на порядок [18].

Трехцветная UVV-фотометрия около 300 вспыхивающих звезд, агрегатов в Плеядах [26], Ясли [24] и вокруг туманностей NGC 7000 и IC 5068—70 [25], выполненная в Бюракане, показала, в согласии с более ранней работой Эндрюса [27], касающейся агрегата в Орионе, что во всех случаях вспыхивающие звезды расположены почти равномерно с обеих сторон главной последовательности.

Этот факт, установленный для многих звезд типа Т Тельца и вспыхивающих звезд, имеет принципиальное значение для проблемы эволюции звезд. Как было отмечено Аро [8], впервые обратившего внимание на это важное обстоятельство, существование молодых звезд, расположенных ниже главной последовательности, является серьезной проверкой любой теории эволюции звезд.

Таким образом, фотографические наблюдения вспыхивающих звезд в звездных агрегатах показали их большое значение для проблем

физики и эволюции звезд и привели к новым представлениям в этой области.

Подробное исследование этих систем и прежде всего разнообразные их наблюдения будут, несомненно, способствовать решению многих вопросов физики и эволюции звезд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амбарцумян В. А. Эволюция звезд и астрофизика. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1947.
2. Амбарцумян В. А. Проблемы эволюции Вселенной. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1968.
3. Амбарцумян В. А., Мирзоян Л. В. В кн.: Проблемы современной космогонии, 2-е издание, М.: Наука, 1972, гл. I и II.
4. Амбарцумян В. А. Сообщ. Бюракан. обс. 13, 1954.
5. Haro G. in G. H. Herbig (ed.), Non-Stable Stars, IAU Symposium No. 3, Cambridge Univ. Press, 1957, p. 26.
6. Johnson H. L., Mitchell R. I. *Astrophys. J.*, 128, 31, 1958.
7. Haro G., Chavira E. *Vistas in Astronomy*, Pergamon Press, London, 8, 89, 1964.
8. Haro G. in *Nebulae and Interstellar Matter*, 7, 141, University of Chicago Press, Chicago 1958.
9. Rosino L. *Contr. Obs. Asiago*, No. 69, 1956.
10. Rosino L., Cian A. *Contr. Obs. Asiago*, No. 125, 1962.
11. Rosino L., Romano G. *Contr. Obs. Asiago*, No. 127, 1964.
12. Rosino L. *Contr. Obs. Asiago*, No. 189, 1966.
13. Амбарцумян В. А. В кн.: Звезды, туманности, галактики. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1969, с. 283.
14. Амбарцумян В. А., Мирзоян Л. В., Парсамян Э. С., Чавушян О. С., Ерастова Л. К. *Астрофизика*, 6, 3, 1970а.
15. Амбарцумян В. А., Мирзоян Л. В., Парсамян Э. С., Чавушян О. С., Ерастова Л. К. *Астрофизика*, 7, 319, 1971.
16. Амбарцумян В. А., Мирзоян Л. В., Парсамян Э. С., Чавушян О. С., Ерастова Л. К., Казарян Э. С., Оганян Г. Б. *Астрофизика*, 8, 485, 1972.
17. Амбарцумян В. А., Мирзоян Л. В., Парсамян Э. С., Чавушян О. С., Ерастова Л. К., Казарян Э. С., Оганян Г. Б., Янкович И. И. *Астрофизика*, 9, 461, 1973.
18. Мирзоян Л. В., Чавушян О. С., Ерастова Л. К., Оганян Г. Б., Меликян Н. Д., Нацвлишвили Р. Ш., Цветков М. К. Препринт Бюраканской астрофизической обсерватории, № 7, 1976.
19. Ambartsumian V. A., Mirzoyan L. V. in *New Directions and New Frontiers in Variable Stars Research*, IAU Colloquium No. 15, Verroff, Bamberg, 9, 98, 1971.
20. Ambartsumian V. A., Mirzoyan L. V. in V. Sherwood and L. Plaut (eds.), *Variable Stars and Stellar Evolution*, Reidel, Dordrecht, 1975, p. 3.
21. Haro G. *Bol. Inst. Tonantzintla*, 2, No 1, 3, 1976.
22. Амбарцумян В. А., Мирзоян Л. В., Парсамян Э. С., Чавушян О. С., Ерастова Л. К. Препринт Бюраканской астрофизической обсерватории, № 1, 1970 в.
23. Амбарцумян В. А. *Астрофизика*, 6, 31, 1970.
24. Янкович И. И. Вспыхивающая активность красных карликовых звезд в области открытого скопления Ясли. Диссертация, Ереванский университет, 1975.
25. Цветков М. К. Исследование нестационарных звезд вокруг туманностей NGC 7000 и IC 5068—70. Диссертация, Ереванский университет, 1976.
26. Чавушян О. С., Гарибджанян А. Т. *Астрофизика*, 11, 565, 1975.
27. Andrews A. D. *Bol. Obs. Tonantzintla*, 6, No. 38, 161, 1972.

ДИСКУССИЯ ПО ДОКЛАДУ В. А. АМБАРЦУМЯНА И Л. В. МИРЗОЯНА

Э. Р. Мустель. Мой первый вопрос такой. Скажите пожалуйста, если рассматривать вспышки в Плеядах, то какие физические процессы там происходят, за счет чего происходит увеличение блеска? Это сейчас известно или неизвестно?

Л. В. Мирзоян. Точно неизвестно. Имеются только некоторые попытки объяснить излучение вспышек. Согласно представлению, развитому в Бюракане, звездные вспышки связаны с нетепловыми процессами.

Э. Р. Мустель. Я понимаю, что источник вспышки имеет нетепловую природу. Мы же видим энергию электромагнитного излучения, значит излучение вспышки результат, по-видимому, просто увеличения температуры?

Л. В. Мирзоян. Бюраканская точка зрения изложена в статье В. А. Амбарцумяна о фуорах. Там все объясняется исходя из концентрации сверхплотной материи.

Э. Р. Мустель. Я имею в виду, что во время вспышек мы наблюдаем чисто электромагнитное излучение. Значит ли это, что электромагнитное излучение звезды во время вспышки увеличивается?

Л. В. Мирзоян. Мы точно не знаем, в особенности за короткий период возгорания вспышки. Мы знаем только, что из глубоких слоев звезды выходит какой-то источник энергии. Его энергия освобождается в фотосфере или над фотосферическими слоями звезды, а как это происходит мы не знаем. В. А. Амбарцумян в связи с этим поставил перед нашими теоретиками следующую задачу: что будет, если небольшая порция сверхплотной материи выйдет из звезды в вакуум?

Э. Р. Мустель. Наверное, возникнет то же электромагнитное излучение.

Л. В. Мирзоян. Я не знаю. Возможно, Вы правы.

В. А. Амбарцумян. По-видимому будет, именно, так.

Э. Р. Мустель. Мой второй вопрос следующий. Вы рассматриваете эти вспышки, как признак развития, эволюции звезд. Что для Вас самое главное—просто наличие какой-то неустойчивости или что-нибудь другое?

Л. В. Мирзоян. Известно, например, что в агрегате Плеяды около 2000 звезд и, как показывают наши оценки, примерно 1000 из них являются вспыхивающими. Поскольку все эти звезды возникли вместе и на каком-то этапе своей жизни начали производить вспышки, мы говорим, что вспышечная активность звезд характеризует эволюционную стадию в жизни звезд. При этом мы предполагаем, что ни одна звезда из них не избегает этой участи

Э. Р. Мустель. Значит, для Вас неустойчивость самый главный критерий?

Л. В. Мирзоян. Вообще говоря, да. Неустойчивость присуща всем молодым образованиям.

Э. Р. Мустель. Может быть, вспышки сопровождаются, скажем, мощным истечением корпускул. Интересно с этой точки зрения всестороннее изучение физических процессов при звездных вспышках.

Р. Е. Гершберг. Мой вопрос насчет отношения чисел вспыхивающих звезд и всех звезд в Плеядах. Вычисляли ли Вы это отношение для каждой звездной величины?

Л. В. Мирзоян. Нет. Дело в том, что существует довольно обоснованное мнение о том, что не все вспыхивающие звезды, которые наблюдаются в этой области, являются членами звездного скопления

Плеяды. Некоторые из них просто проектируются на эту область. И с другой стороны, фактически единственный критерий, который использовался до сих пор для определения принадлежности к скоплению, это собственное движение звезды. А собственное движение измерено только для ярких звезд центральной части Плеяд, для остальных же звезд собственные движения неизвестны. Поэтому определение этого отношения связано с серьезными неопределенностями.

Р. Е. Гершберг. Мой вопрос связан с тем, что Вы, рассматривая Плеяды и др. агрегаты, говорили, что в них имеется разное число вспыхивающих звезд. Но ведь и полное число звезд не одинаково в этих агрегатах?

Л. В. Мирзоян. Совершенно правильно. Но я при этом сказал, что состав агрегатов с их возрастом меняется. Следовательно, меняется и отношение чисел вспыхивающих звезд и всех звезд в данном агрегате. Например, мы думаем, что придет время, когда в Орионе не будет ни одной звезды типа Т Тельца, все они постепенно превратятся во вспыхивающие звезды. В зависимости от массы все они рано или поздно перейдут в это, сравнительно более «равновесное» состояние.

Р. Е. Гершберг. Вы сейчас не можете сказать, какую долю всех звезд составляют вспыхивающие в разных системах?

Л. В. Мирзоян. Я уже говорил о трудностях, связанных с определением этого отношения. У нас имеется возможность получить оценки полного числа вспыхивающих звезд в данной системе, а для всех остальных звезд у нас такой возможности нет.

В. А. Амбарцумян. Я немного подумал над вопросом насчет механизма звездных вспышек. Когда мы говорим о нетепловом механизме, мы имеем в виду механизм, служащий, так сказать, источником энергии. Нетепловым механизмом являются, например, радиоактивные процессы, всякие процессы распада чего-то очень плотного. Например, представьте себе, что мы мысленно вырываем из вырожденной звезды какую-то массу, скажем, из нейтронной звезды, массу в один кубический сантиметр и переводим ее в пустоту. Такая штука будет действовать как гигантская бомба и может выделить энергию, в том числе в оптической области спектра. Вот такого типа процессы мы называем нетепловыми. Возможно, там происходят и другие процессы, связанные уже со свойствами ядер или элементарных частиц. Что на самом деле имеет место, мы хорошо не знаем. Поэтому желательно очень полное изучение физических процессов вспышек, а также больше обращать внимание на статистику вспышек. Повторяю, что очень и очень важно более подробно заниматься свойствами вспышек разных типов, хотя электромагнитное излучение является, вероятно, только вторичным явлением. Первичное связано с каким-то более глубоким процессом взаимодействия, которое мы не знаем. Это первое. Второе, по поводу полного числа вспыхивающих звезд в данной системе. Поскольку мы считаем, что каждая звезда после прохождения стадии типа Т Тельца становится вспыхивающей звездой и что более слабые звезды, т. е. меньшей массы, медленнее эволюционируют и дальше сохраняют свойства, то совершенно естественно было бы предполагать, что очень слабые звезды, т. е. звезды типа М, скажем, в Плеядах (они все очень слабые) и некоторая часть поздних К находятся пока в стадии вспыхивающих звезд. С другой стороны, звезды высоких светимостей, имеющие большие массы, можно думать уже не испытывают вспышек с амплитудами, при которых они обнаруживаются фотографически. В Плеядах это звезды до 14 фотографической величины, а дальше можно предполагать, что все звезды слабее 16 вспыхивают. Но тут есть другое обстоятельство, кроме того, о котором говорил Л. В. Мирзоян, есть

еще одно важное обстоятельство. Мы явно видим, что частота может тоже меняться со временем, т. е. у вспыхивающей звезды может быть существуют периоды активности. Вот есть такой хороший случай, когда звезда до 1965 года не показывала ни одной вспышки, а потом, после, скажем, 1969 года уже показала 4 наблюдаемые вспышки. Возникает мысль об изменении степени активности звезды. Может быть, имеет место периодическая, может быть, активность типа солнечной, а может быть, имеет место непериодическое изменение активности. Если так, то вполне возможно, что некоторые слабые звезды, которые сейчас не вспыхивают, на самом деле тоже являются вспыхивающими, в более широком потенциальном смысле этого слова. Вот эти представления, на которые нужно обратить внимание.

Г. Ф. Гаам. Как Вы оцениваете полное число вспыхивающих звезд в данной системе?

Л. В. Мирзоян. Мы знаем n_1 и n_2 —числа известных вспыхивающих звезд, наблюдаемых соответственно в одной и в двух вспышках. Зная эти числа для данной системы и предполагая, что последовательность вспышек у отдельной вспыхивающей звезды процесс случайный, подчиняющийся закону Пуассона, мы можем оценить n_0 —число всех неизвестных вспыхивающих звезд в этой системе, т. е. таких звезд, которые являются вспыхивающими, но еще ни разу не были наблюдаемы во вспышках. Это дает нам возможность оценить полное число вспыхивающих звезд в системе как сумму известных и пока неизвестных вспыхивающих звезд.

Г. С. Саакян. Скажите пожалуйста, нет ли в звездных агрегатах звезд, которые совсем не вспыхивают?

Л. В. Мирзоян. Есть, конечно. Мы полагаем, что это звезды, которые либо еще не достигли, либо уже прошли через эволюционную стадию, соответствующую вспыхивающим звездам.

Г. С. Саакян. Каково их число в рассмотренных Вами агрегатах?

Л. В. Мирзоян. Отношение числа вспыхивающих звезд к числу всех звезд в агрегате меняется с возрастом последнего, и поэтому в системах разного возраста оно различно.

Г. С. Саакян. А каково пространственное распределение вспыхивающих звезд в этих системах, есть ли какая-нибудь концентрация?

Л. В. Мирзоян. Есть, они имеют в Плеядах, например, грубо сферическое распределение.