

УДК: 524.388

НОВЫЕ КРАТНЫЕ СИСТЕМЫ ТИПА ТРАПЕЦИИ

Г.Н.САЛУКВАДЗЕ, Г.Ш.ДЖАВАХИШВИЛИ

Поступила 25 июля 1999

Принята к печати 20 августа 1999

В каталоге звезд гилирования GCS были выявлены 223 новые трапеции. На основе каталогов GCS и WDS был составлен новый, более полный список трапеций, включающий 637 объектов.

1. *Введение.* В своей многосторонней научной деятельности академик В.А.Амбарцумян особое место уделял изучению кратных звездных систем типа Трапеции. Занимаясь исследованием трапеций, он всячески стимулировал работы в этом направлении. Его неизменный интерес к динамически неустойчивым объектам и, в частности, к трапециям, сейчас понятен, но тогда мало кто мог предвидеть, что изучение этих систем сыграет огромную роль в исследовании проблемы возникновения и развития звезд.

До открытия В.А.Амбарцумяном [1] звездных ассоциаций - очагов звездообразования в Галактике, в астрономии вообще и в звездной динамике в частности все звездные системы считались динамически устойчивыми. Открытие звездных ассоциаций показало, что в Галактике существуют и такие системы, которые в период своего формирования оказались динамически неустойчивыми и в настоящее время расширяются. Это теоретическое предсказание В.А.Амбарцумяна, подтвержденное впервые на основе наблюдений Блау [2], имело огромное значение для проблемы происхождения и эволюции звезд и звездных систем.

В дальнейшем морфологическое исследование звездных ассоциаций показало, что в составе ассоциаций встречаются кратные системы звезд, которые обладают большей степенью динамической неустойчивости, чем сами ассоциации в целом.

Это позволило В.А.Амбарцумяну [3] выделить среди кратных звезд новый тип - кратные системы типа Трапеции Ориона, характеризующийся высокой динамической неустойчивостью.

Законы небесной механики позволяют предположить, что система, имеющая конфигурацию типа Трапеции, не может просуществовать больше, чем время, необходимое для нескольких обращений ее компонентов вокруг общего центра масс. Причем время распада системы типа Трапеции зависит

от знака полной энергии системы, то есть от первоначального распределения скоростей ее компонентов и расстояний между ними. Расчеты показали [3], что время распада кратных систем типа Трапеции порядка $2 \cdot 10^6$ лет, если система имеет отрицательную полную энергию, и порядка 10^5 и меньше, если полная энергия системы положительная.

Открытие существования в Галактике динамически неустойчивых звездных систем сыграло фундаментальную роль в разработке новых представлений о происхождении и эволюции звезд и звездных систем. Благодаря этому открытию, впервые появилась возможность изучения явлений, связанных со звездообразованием непосредственно на основе астрономических наблюдений.

Поскольку кратные звездные системы типа Трапеции в какой-то степени являются новыми звездными системами Галактики, то естественно, что с целью их изучения в первую очередь необходимо составление каталога вышеназванных систем. Ясно, что каталог кратных звездных систем типа Трапеции, как неоднократно указывал В.А.Амбарцумян, "должен быть очищен от оптических и ложных трапеций". Ввиду большой важности последнего, один из авторов настоящей статьи, изучая статистические, кинематические и физические характеристики трапеций, постоянно искал возможность составления полного каталога трапеций, который содержал бы высокий процент реальных трапеций.

2. Каталоги и списки кратных звездных систем типа Трапеции. Первый список кратных звездных систем типа Трапеции был составлен Амбарцумяном [3] на основе Нового общего каталога двойных систем Эйткена [4].

Для отнесения кратной звезды к типу Трапеции Амбарцумян пользовался следующим критерием. В случае тройной системы кратная звезда считалась системой типа Трапеции, если в ней отношение наибольшего расстояния к наименьшему меньше трех.

В целях исключения оптических систем им были введены верхние границы для расстояний слабых компонентов до главной звезды, а компоненты слабее $12^m.5$ исключены вообще. Упомянутый критерий Амбарцумяна приведен в [3].

Как отмечается в работе [3], этот список является неполным и содержит 108 кратных систем типа Трапеции, изучение которых представляет первоочередной интерес.

Исследователи кратных систем типа Трапеции долгое время пользовались списком Амбарцумяна, а поскольку он содержит большой процент ложных трапеций, то некоторые результаты, основанные на статистическом исследовании трапеций, оказались не совсем правильными.

В связи с этим, в конце семидесятых годов Г.Н.Салуквадзе по предложению В.А.Амбарцумяна приступил к составлению нового, более полного каталога трапеций. При этом необходимо было пересмотреть критерий отбора трапеций

среди кратных звезд, содержащихся в каталогах двойных и кратных звезд.

Каталог Эйткена (ADS), изданный в 1932г., содержит 17180 двойных и кратных звезд от Северного полюса до склонения $\delta = -20^\circ$, измерения которых опубликованы до конца 1927г.

В 1963г. вышел в свет Индекс-каталог визуально-двойных звезд [5], измерения которых опубликованы до конца 1960г. Указанный каталог в то время являлся наиболее полным не только в отношении звезд, но и в отношении данных, характеризующих двойные звезды. В Индекс-каталоге содержатся звезды всего неба и общее число их составляет 64247.

На основе Индекс-каталога визуально-двойных звезд Г.Н.Салуквадзе составил новый Каталог кратных систем типа Трапеции [6].

Г.Н.Салуквадзе при составлении окончательного варианта Каталога кратных систем типа Трапеции для значений K_0 принял величину 2.6 и оптические системы исключал с помощью сплошной кривой рис.1.

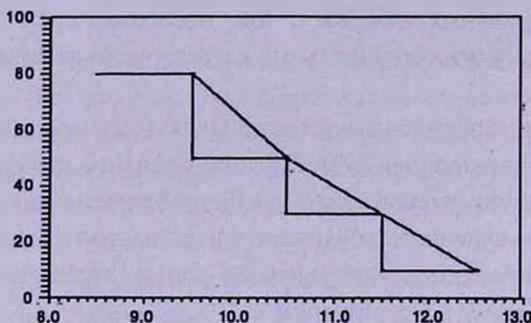


Рис.1. Критерии для выборки кратных систем типа Трапеции.

Окончательный вариант каталога кратных систем типа Трапеции содержит 412 трапеций.

С.Шарплесс [7] в эмиссионных туманностях обнаружил 11 трапеций.

Следует, наконец, упомянуть о каталоге систем типа Трапеции, составленном в Мексике на основе Индекс-каталога визуально-двойных звезд [8]. Этот каталог, содержащий более 900 систем типа Трапеции, до сих пор не опубликован, и судить о критериях, примененных при его составлении, пока невозможно.

Кратные системы типа Трапеции были найдены также в Т-ассоциациях.

М.М.Закиров [9] в четырех Т-ассоциациях, Тау П1, Тау Т2, Тау Т3 и Ог1 Т2, выделил 46 систем, назвав их кратными системами звезд типа Трапеции.

Г.Н.Салуквадзе в 13 Т-ассоциациях выявил 120 кратных систем типа Трапеции [10,11].

В статье В.Амбаряна [12] приводится список 27 кратных систем типа Трапеции, из которых 20 состоят из переменных звезд типа Т Тельца, а 7

- из вспыхивающих звезд.

3. *Поиск новых кратных звездных систем типа Трапеции на основе GSC (Guide Star Catalogue) и WDS (Washington Double Star Catalogue).* В процессе составления Абастуманского каталога трапеций и в результате детального ознакомления с каталогами двойных звезд и наблюдательными данными относительных положений выяснилось, что при составлении каталога двойных звезд наблюдатели не обращали достаточного внимания на поиск и наблюдения кратных систем, поскольку они предпочитали наблюдения тесных двойных звезд с целью определения их орбит и других характеристик.

Поэтому создается впечатление, что существующие в настоящее время каталоги двойных звезд далеко не полные в отношении кратных звезд. Тогда естественно считать, что Абастуманский каталог трапеций тоже неполный.

В связи с этим мы решили создать полный каталог трапеций с главными звездами спектральных классов O–B2, поскольку среди кратных звезд с главными звездами этих спектральных классов часто встречаются физические трапеции.

Выборка звезд спектральных классов O–B2 была осуществлена из каталога SAO. Таких звезд оказалось 2601. Для них в течение нескольких лет на 125-см рефлекторе с оптической системой Ричи-Кретьена были получены около 1000 негативов в виде фотографических пластинок и пленок. Поиск южных звезд мы планировали осуществить на картах атласа южного обозрения Европейской Южной Обсерватории.

Но недавно обсерватория получила каталог GSC, записанный на лазерных дисках, и появилась возможность их обработки. Мы изменили наше предыдущее намерение и попытались осуществить поиск кратных звездных систем типа Трапеции не только вокруг звезд спектральных классов O–B2, а вокруг звезд всех спектральных классов.

Каталог звезд гидирования GSC был создан специально для космического телескопа Хаббла (HST). Он содержит 19 миллионов звезд и других незвездных объектов, среди которых 15 миллионов являются звездами от шестой до пятнадцатой звездной величины.

Оригинальная версия GSC описана в статьях Б.М.Ласкера и др. [13], Ж.А.Рассела и др. [14] и Х.Джекнера и др. [15].

Для поиска кратных систем типа Трапеции сначала из каталогов, записанных на двух лазерных дисках, выбирались звезды до $12^m.5$ и записывались в отдельные файлы по зонам.

После этого следующая подпрограмма каждую звезду сравнивала с другими звездами. В случае, если расстояние между этими двумя звездами было меньше $80''$, такая пара записывалась в отдельный файл. Так как разрешающая способность каталога довольно низкая, мы решили

ограничиться минимальным расстоянием между парами - 5".

Специальная подпрограмма проверяла повторяемость попадания звезд. Если звезда встречалась хотя бы два раза, это означало, что расстояние между данными звездами создавали пары, минимум с двумя звездами и расстоянием меньше 80".

Другая подпрограмма выделяла отдельные группы звезд в диаметре 80".

Следующая программа из каждой группы звезд выделяла самую яркую, которую мы называем главной звездой. Потом вычислялись расстояния от главной звезды до компонентов.

Из этой выборки, используя критерий определения кратных систем типа Трапеции и исключения оптических систем, были составлены списки новых трапеций. Мы пользовались критериями, описанными в работе Г.Н.Салуквадзе [6]. Была использована сплошная кривая (рис.1). Указанная кривая вначале была выражена эмпирически и имеет следующий вид:

$$\rho_{max} = 2.5 m^2 - 78 m + 594.875.$$

Эта формула получена аппроксимацией второго порядка.

Таким образом был получен список кратных звезд, который был сравнен с Вашингтонским каталогом двойных звезд WDS [16]. В результате сравнения из списка были исключены кратные звезды, которые фигурируют в WDS. Для оставшихся кратных звезд, применяя критерий $K_0 = 2.6$, был получен список новых трапеций, включающий 223 объекта.

Поскольку WDS был издан в 1984г. и содержит более точные данные как об относительных положениях, так и о звездных величинах компонентов 73610 двойных и кратных звезд, мы сочли целесообразным составить список кратных звездных систем типа Трапеции и на основе WDS. Действительно, такой список был составлен и содержит 414 трапеций.

Интересно отметить, что сравнение Абастуманского каталога кратных систем типа Трапеции со списком, составленным на основе WDS, показало, что в последний не вошли 77 трапеций из Абастуманского каталога.

Это вызвано следующими обстоятельствами: 1) программа исключила все компоненты трапеций, для которых в WDS не приведены звездные величины; 2) звездные величины для компонентов трапеций, а также расстояния между компонентами, приведенные в WDS, значительно отличаются от соответствующих данных IDS.

С целью уточнения спектральных классов, оба списка трапеций были сравнены с известными основными спектральными каталогами. Для исключения оптических пар, образованных в результате попадания звезд фона в круг, радиусом, равным расстоянию слабых компонентов соответствующих звездных величин, были произведены подсчеты в GSC вокруг каждой системы в диаметре одного градуса.

Вероятности попадания звезд фона в эти круги были вычислены по формуле

Пуассона для каждой трапеции. В результате вычисления было определено количество остаточных оптических систем в зависимости от спектрального класса.

В отношении списка трапеций, составленного на основе WDS, было вычислено также количество псевдотрапеций.

Таблица 1

СТАТИСТИКА ТРАПЕЦИИ ПО ДАННЫМ WDS

Спектр. классы	Общее число кратных	Вычисленное количество		Количество наблюдаемых трапеций	Процент трапеций
		псевдо-трапеций	оптических систем		
O-B2	87	8	1	47	54
B3-B5+B	78	7	1	22	28
B8-B9	101	10	0	19	19
A	324	30	1	45	14
F	237	21	1	40	17
G	185	17	1	37	20
K	115	10	1	32	28
M	14	1	0	7	50
Неизвестный	465	38	4	165	36
Всего	1606	142	10	414	

Результаты подсчетов с уточненными спектральными классами приведены в табл. 1.

Рассмотрение первых трех строк этой таблицы полностью подтверждает полученный ранее вывод о том, что среди кратных звезд, главные компоненты которых принадлежат спектральному интервалу O-B2, имеется значительный процент реальных трапеций.

После составления списков трапеций на основе GSC и WDS мы

Таблица 2.

СТАТИСТИКА ТРАПЕЦИИ ПО ДАННЫМ СВОДНОГО КАТАЛОГА ТРАПЕЦИИ

Спектральные классы	Вычисленное количество оптических систем	Количество наблюдаемых трапеций
O-B2	1	54
B3-B5+B	1	29
B8-B9	0	29
A	1	58
F	1	52
G	1	41
K	1	50
M	0	8
Неизвестный	9	316
Всего	15	637

объединили эти два списка и, таким образом, была получена новая версия каталога кратных звездных систем типа Трапеции, содержащего 637 объектов.

Результаты подсчетов приведены в табл. 2.

Как видно из табл.2, общее число трапеций в основном увеличилось за счет таких систем, спектральные типы главных звезд которых неизвестны. Из 223 новых объектов им принадлежит 151, а остальные 72 трапеции распределены следующим образом: O-B2 - 7, B3-B5+V - 7, B8-B9 - 10, A - 13, F - 12, G - 4, K - 18, M - 1.

Каталог кратных звездных систем типа Трапеции будет опубликован в ближайшее время.

Приносим благодарность проф. Пфау, г-ну Штробелю и г-же Вальтер (Германия), передавшим в дар одному из авторов данной статьи компьютер, на котором была выполнена настоящая работа.

Абастуманская астрофизическая
обсерватория, Грузия

NEW TRAPEZIUM TYPE MULTIPLE SYSTEMS

G.N.SALUKVADZE, G.Sh.JAVAKHISHVILI

223 new trapezia have been revealed in the Guide Star Catalogue. A new list of trapezia including 637 objects have been compiled on the basis of GSC and WDS catalogues.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А.Амбарцумян, Астрон. ж., 26, 3, 1949.
2. A. Blaauw, Bull. Astron. Inst. Netherl., 11, 405, 1952.
3. В.А.Амбарцумян, Сообщ. Бюрокан. обсерв., 15, 3, 1954.
4. R.G.Aitken, New General Catalogue of Double Stars, Washington, Carnegie Institution, v.1, p.707, v.2, p.781, 1932.
5. H.M.Jeffers, W.H.van den Bos, F.M.Greeby, Index Catalogue of Visual Double Stars, Publ. Lick Observ., 21, Part I, 280, Part II, 804, 1963.
6. Г.Н.Салуквадзе, Бюлл. Абастуман. астрофиз. обсерв., 49, 40, 1978.
7. S.Sharpless, Vistas Astron., 8, 127, 1966.
8. C.Allen, A.Poveda, C.E.Worley, Rev. Mex. Astron. Astrophys., 1, 101,

1974.

9. *М.М.Закиров*, В кн.: "Исследование экстремально молодых звездных комплексов", Фан, Ташкент, 1975, с. 95.
10. *Г.Н.Салуквадзе*, *Астрофизика*, **16**, 505, 1980.
11. *Г.Н.Салуквадзе*, *Астрофизика*, **16**, 687, 1980.
12. *В.В.Амбарян*, *Астрофизика*, **28**, 149, 1988.
13. *B.M.Lasker, C.R.Sturch, B.J.McLean, J.L.Russell, H.Jenkner, M.S.Shara*, *Astron. J.*, **99**, 2019, 1990.
14. *J.L.Russell, B.M.Lasker, B.J.McLean, C.R.Sturch, H.Jenkner*, *Astron. J.*, **99**, 2059, 1990.
15. *H.Jenkner, B.M.Lasker, C.R.Sturch, B.J.McLean, M.S.Shara, J.L.Russell*, *Astron. J.*, **99**, 2019, 1990.
16. *C.E.Worley, G.G.Douglass*, *The Washington Visual Double Stars Catalog*, U.S.Naval Observatory, Washington, 1984.