Доклады Академии Наук СССР
1950. Том LXX, № 1

АСТРОНОМИЯ

Б. Ю. ЛЕВИН

СТАТИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД И ГИПОТЕЗА ЗАХВАТА

(Представлено академиком О. Ю. Шмидтом 3 XI 1949)

1. В настоящее время нет общепринятой теории происхождения двойных звезд. Долгое время широким распространением пользовались взгляды Джинса, который считал, что тесные пары образовались путем деления быстро вращающихся одиночных звезд, а широкие пары образовались из близких сгущений первичной туманности. Однако колоссальное разнообразие физических свойств компонентов двойных и кратных звезд лучше всего объясняется гипотезой захвата. Существуют двойные звезды с практически одинаковыми компонентами всевозможных типов, в том числе пары из белых карликов, пары из переменных звезд — цефеид и типа T Тельца, и т. п. Существуют двойные звезды с умеренно отличающимися компонентами и с компонентами, резко отличными друг от друга.

ПОГАШЕН

Если, вопреки результатам теоретических исследований, все же допустить возможность образования пары путем деления быстро вращающейся звезды, то следует ожидать, что свойства компонент двойных звезд окажутся связанными какими-либо специфическими закономерностями. Но на самом деле закономерности распределения двойных и кратных звезд по различным физическим характеристикам соответствуют случайному объединению звезд в пары.

Для грубого, предварительного анализа наблюдательных данных сделаем следующее, заведомо неточное предположение: допустим, что (в единице объема) число пар n_{AB}, состоящих из звезд типов A и B, пропорционально числу одиночных звезд этих типов n_A и n_B:

$$n_{AB} = c n_A n_B. \qquad (1)$$

На самом деле более массивные звезды образуют пары в большем количестве.

2. Если исходить из (1), то распределение двойных звезд, заключенных в единице объема пространства, по разности звездных величин компонент $\Delta M = \Delta m$ будет:

$$\Phi(\Delta M) = c \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(M)\, \varphi(M + \Delta M)\, dM \qquad (2)$$

($\varphi(M)$ — функция светимости). Однако наблюдательные данные относятся не к единице объема пространства, а приблизительно соответ-

БИБЛИОТЕКА ПОГАШЕН

ствуют выборке звезд до определенного предела видимой звездной величины. В этом случае функция распределения будет:

$$F(\Delta M) = c \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(M) \varphi(M + \Delta M) V(M) \, dM. \qquad (3)$$

Здесь $V(M)$ — эффективный объем пространства, в котором наблюдаются звезды, имеющие абсолютную величину M. Если пренебрегать межзвездным поглощением и неравномерностью распределения звезд в пространстве и считать эти объемы сферическими, то с помощью функции светимости П. П. Паренаго ([1]) получаются значения $F(\Delta M)$, приведенные в табл. 1. Поскольку в такой выборке преобладают абсолютно яркие звезды, функция $F(\Delta M)$ воспроизводит в сглаженном виде ход функции светимости для этих звезд.

Таблица 1

ΔM	$F(\Delta M)$	ΔM	$F(\Delta M)$	ΔM	$F(\Delta M)$
—5	0,007	0	0,6	7	12
—4	0,02	1	1,1	9	21
—3	0,06	2	2,2	11	31
—2	0,14	3	3,5	13	40
—1	0,28	4	5,0	15	43
		5	7,1	17	60

Число двойных звезд с большой разностью звездных величин компонент должно быть больше, чем число звезд с близкими по блеску компонентами. Наблюдательные данные для звезд с большим видимым блеском (ярче 4 зв. вел.) подтверждают этот ход $F(\Delta M)$ на широком интервале ΔM (см. табл. 2, основанную на данных Валленквиста ([2])). По мере перехода к слабым звездам подъем кривой обрывается все раньше и раньше; у слабых звезд спутники, которые еще намного слабее, не доступны наблюдениям (для примера в табл. 2 приведено распределение для $m = 6^1/_2$ зв. вел.).

Таблица 2

ΔM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m \leqslant 4$ . . .	—	—	2	2	1	3	7	1	7	9	2
$m = 6^1/_2$ . .	9	32	20	34	40	27	25	6	—	—	—

Тройные звезды, состоящие из тесной пары и далекого третьего спутника, естественно рассматривать как результат двух последовательных захватов. Считая тесную пару за главную звезду (при втором захвате) и считая, что ее суммарная звездная величина определяет объем сферы видимости, можно рассмотреть распределение по ΔM для $\Delta M < 0$. Как звезды, у которых тесная пара визуально-двойная, так и те, у которых она спектрально-двойная, собранные в работе Валленквиста ([3]), подтверждают ход $F(\Delta M)$, приведенный в табл. 1.

Согласно (1), распределение по ΔM для звезд с заданной абсолютной величиной M главной звезды воспроизводит участок функции светимости, лежащий справа от M. Вследствие наличия у функции светимости минимума около $M=8^1/_2$ зв. вел. распределение по ΔM существенно изменяется при переходе от абсолютно ярких звезд к слабым. Наблюдательные данные Кейпера ([4]) для звезд отдельных спектральных классов удовлетворительно согласуются с ходом функции светимости. То же получается для очень широких пар, выявляемых по сходству собственных движений, которые изучались Лейтеном ([5]).

3. Уже давно было отмечено, что распределение двойных звезд по спектральному типу главной звезды очень сходно с распределением одиночных звезд (см., например, ([6])). Как одиночные, так и двойные звезды, для которых известен спектральный тип,— это видимо яркие звезды, в подавляющем большинстве случаев являющиеся гигантами. Абсолютная звездная величина у гигантов всех спектральных типов практически постоянна, а в таком случае, согласно (1), доля двойных тоже должна быть постоянной. Поэтому распределение по спектральным типам для главных звезд пар должно повторять распределение для одиночных звезд.

4. Наблюдениями установлено, что при перемещении вдоль спектральной последовательности меняется $\overline{\Delta M}$ и $\overline{\Delta Sp}$. В табл. 3 представлена эта зависимость согласно исследованию Г. А. Шайна ([7]). Изменение $\overline{\Delta M}$ в зависимости от абсолютной величины главной звезды истолковывалось раньше как сближение масс компонент в процессе эволюции звезд. Однако это изменение может иметь чисто статистическое объяснение: изменение формы кривой распределения по ΔM на небольшом интервале ΔM, охваченном наблюдениями, как раз таково, что $\overline{\Delta M}$ убывает с уменьшением M вплоть до $M = 6$ зв. вел., а затем снова начинает возрастать.

Таблица 3

Спектр	$\overline{\Delta M}$	$\overline{\Delta Sp}$	Число звезд
gM	4,4	—3,7	3
gK	2,2	—2,2	28
gG	1,3	—1,7	36
gF	0 9	—0 7	75
B	1,8	+0,4	50
A	1,2	+0,5	69
dF	0,8	+0,5	35
gG	0 6	+0,3	32
dK	0,6	+0,2	12
dM	1,0	0,0	2

Закономерности, связывающие различие звездных величин и спектров компонент двойных звезд, были детально изучены Г. А. Шайном ([6]). Этим закономерностям также придавался эволюционный смысл. На самом деле они являются отображением того факта, что компоненты двойных звезд ничем не отличаются от одиночных звезд и укладываются на обычную диаграмму Рессела. Поэтому у звезд-гигантов мы наблюдаем, как правило, спутников более ранних спектральных типов ($\Delta Sp < 0$), так как спутники поздних типов невидимы из-за чрезвычайно больших ΔM. У звезд главной последовательности спутник, т. е. более слабая звезда, естественно принадлежит к более позднему типу ($\Delta Sp > 0$). В области В-звезд, где главная последовательность почти вертикальна, встречаются большие ΔM при малом ΔSp. В области почти горизонтальной ветви гигантов встречаются большие ΔSp при малых ΔM.

Таким образом, статистические данные о физических характеристиках визуально-двойных звезд, а именно распределение по ΔM для всех звезд, для звезд отдельных спектральных типов, для широких пар, распределение по спектральным типам главных звезд в парах, закономерности, связывающие величины и спектры компонент,— просто и естественно объясняются с точки зрения гипотезы захвата, даже в той упрощенной форме, в которой она применялась выше.

Геофизический институт
Академии наук СССР

Поступило
28 X 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] П. П. Паренаго, Курс звездной астрономии, 2-е изд., 1946. [2] A. Wallenquist, Medd. Astr. Obs. Uppsala, Nos. 85, 87 (1944) (Arkiv Mat. Astr. Fys., 30 A, No. 8; 31 A, No. 16). [3] A. Wallenquist, Uppsala Astr. Obs. Annaler, 1, No. 5 (1944) (Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handlinger, Ser. 3, 20, No. 12). [4] G. P. Kuiper, Publ. Astr. Soc. Pac., 47, 15 (1935). [5] W. J. Luyten, Publ. Astr. Obs. Minn., 2, No. 5 (1939). [6] Г. А. Шайн, Статья в «Курсе астрофизики и звездной астрономии», 2, 1936, стр. 296. [7] Г. А. Шайн, Асто. журн., 6, 211 (1929); M. N., 85, 245 (1925).