

О пространственном распределении и движении переменных
звезд типов W UMa и U Gem

М. В. Попов

Данные о пространственном распределении и движении звезд типа U Gem и W UMa использованы для проверки гипотезы Крафта об их генетическом родстве. Распределение звезд типа W UMa по z -координате, исправленное за эффект уменьшения наблюдаемой плотности этих звезд с расстоянием от Солнца, очень заметной у них (и не учитываемой Крафтом), значительно отличается от распределения звезд типа U Gem. Кинематические характеристики этих звезд также различны.

On the Space Distributions and the Motions of Variable
Stars of W UMa and U Gem Type

by M. V. Popov

Data on space distribution and on the motions of U Gem and W UMa type stars are used for the examination of Kraft's hypothesis about their genetic relation. The distribution of W UMa type stars with z -coordinate corrected for the effect of decreasing of the observed density of these stars with the distance from the Sun which is very noticeable for them (although Kraft does not take it into account) differs greatly from the distribution of U Gem type stars. Kinematic characteristics of these stars are also different.

В настоящее время большое внимание привлекает к себе факт двойственности эруптивных звезд. Крафт [1] выполнил специальные спектроскопические исследования нескольких звезд типа U Gem. Все 7 звезд, включенные в программу, оказались двойными. Этот результат позволяет сделать вывод, что все звезды типа U Gem — тесные двойные системы. Крафт [1] высказал предположение, что звезды типа U Gem являются продуктом эволюции затменных переменных типа W UMa. Одним из аргументов, выдвигаемых в пользу этой точки зрения, является сходство пространственного распределения и некоторых кинематических характеристик этих звезд.

Цель этой работы состояла в том, чтобы подробно изучить пространственное распределение и движение звезд как одной, так и другой групп.

Вопрос об абсолютных величинах исследуемых объектов представляет большое значение для данной работы и поэтому исследовался со всей возможной тщательностью. Абсолютные величины определены для 10 звезд типа U Gem разнообразными способами и разными авторами и заключены в пределах $\pm 1^m.5$ от среднего значения $+9^m.5$. Это значение и было принято для всех звезд типа U Gem. Для звезд типа W UMa была принята $M = +4^m.8$ также на основании индивидуальных определений абсолютных величин, которые отличаются между собой не более, чем на $3^m.0$.

Для исследования были взяты 103 звезды типа U Gem, принадлежность которых к этому типу считает несомненной Чти [3, 4] и 243 звезды типа W UMa из ОКПЗ, 1958 г.

С принятыми абсолютными величинами были вычислены расстояния, исправленные за поглощение по способу, предложенному П. П. Паренаго [2].

В табл. 1 представлено распределение числа звезд типа U Gem в зависимости от z -координаты (координаты x, y, z вычислялись в старой системе галактических координат). В столбце N дано число звезд в указанных пределах $|z|$ в единице объема.

Таблица 1.

Пределы $ z $ пс	$ \bar{z} $ пс	N	$\lg N$
0 - 20	10	38.5	1.586
20 - 40	30	24	1.380
40 - 60	50	10.5	1.026
60 - 80	70	11.5	1.060
80 - 120	100	4.5	0.654
120 - 160	140	4.2	0.624
160 - 200	180	2.3	0.362

Ко всем z -координатам было прибавлено $+20$ пс для учета положения Солнца над галактической плоскостью. Следуя представлению о том, что звездная плоскость в окрестностях Солнца изменяется в зависимости от z следующим образом:

$$D(z) = D(0) e^{-\frac{|z|}{\beta}} \quad (1)$$

были составлены условные уравнения вида:

$$\lg N(z) = \lg N_0 + (\text{mod}) \cdot k |\bar{z}| \quad (2)$$

Решение семи условных уравнений по способу наименьших квадратов дало следующий результат:

$$\lg N(z) = +1.525 \pm 0.07 - (0.00686 \pm 0.0007) |\bar{z}| \quad (3)$$

Соответствующее такой зависимости β равно 63 пс. На рис. 1 крестиками показана зависимость (3). На рис. 2 изображена картина распределения звезд типа U Gem в проекции на галактическую плоскость. Из-за небольшого радиуса видимости ничего нельзя сказать о концентрации звезд к галактическому центру.

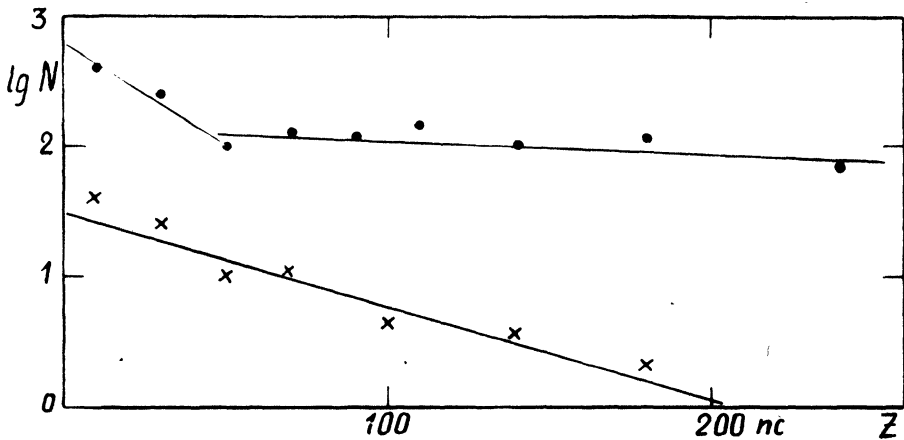


Рис. 1

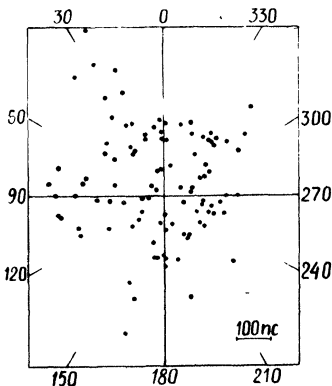


Рис. 2

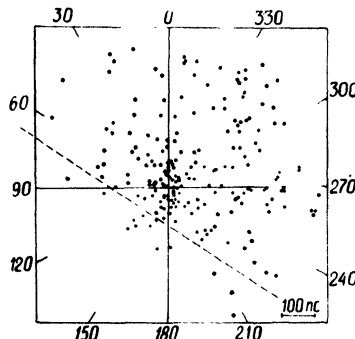


Рис. 3

Распределение в пространстве звезд типа W UMa показывает ряд интересных особенностей. Простого взгляда на рис. 3, который дает расположение звезд в проекции на плоскость галактики, достаточно, чтобы заметить асимметрию картины распределения. В интервале долгот от 60° до 200° нет звезд на расстояниях, превышающих 250 пс, в то время как в противоположном направлении довольно много звезд расположено дальше 250 пс. На небольшом расстоянии, доступном для наблюдения этих звезд, трудно ожидать значительного градиента плотности по направлению к центру Галактики. Можно предположить, что звезды типа W UMa избегают спиральной ветви, граница которой показана на рис. 3 пунктирной линией.

Другим эффектом, который нетрудно заметить на том же рисунке, является падение наблюдаемой плотности звезд с удалением от Солнца. Для исследования этого эффекта был проведен подсчет звезд в диске толщиной 100 пс и диаметром 600 пс (так, что область асимметричного распределения не захватывалась). Результаты даны в табл. 2 и показаны на рис. 4 сплошной линией.

Таблица 2.

Пределы $r \cos b$ пс	$r \cos b$ пс	W UMa D	U Gem D
0 - 40	20	22.6	3.5
40 - 80	60	6.5	8.8
80 - 120	100	4.2	8.8
120 - 160	140	3.8	8.8
160 - 200	180	2.4	7.8
200 - 240	220	2.0	6.1
240 - 280	260	1.4	2.6

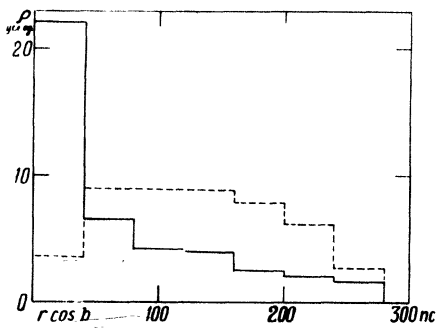


Рис. 4

* В III и IV столбцах таблицы приводится плотность звезд в условных единицах. В той же таблице и на том же рисунке (пунктирная линия) показаны результаты таких же подсчетов для звезд типа U Gem, но без ограничения по z . Для звезд типа W UMa видно быстрое падение наблюдаемой плотности с увеличением расстояния от Солнца, а для звезд типа U Gem плотность сохраняется постоянной на расстоянии от Солнца до 200 пс. Очевидно, вероятность открытия звезд типа W UMa сильно зависит от видимой величины. Эффект уменьшения наблюдаемой плотности звезд типа W UMa с увеличением расстояния от Солнца необходимо учитывать при получении распределения числа звезд в зависимости от z -координаты. Из-за небольшого числа звезд нельзя точно учесть этот эффект. Подсчитывались звезды в слоях с различными $\bar{z}$, каждому слою приписывалось некоторое среднее расстояние, а затем наблюдаемое число звезд исправлялось за эффект уменьшения плотности. Полученное распределение значительно отличается от неисправленного распределения $\beta = 95$ пс. Получив примерно такое же распределение, Крафт [1] указывает, что оно хорошо согласуется с распределением звезд типа U Gem. Исправленное распределение нельзя удовлетворительно представить формулой вида (1). Очевидно, в число звезд типа W UMa входят звезды двух составляющих: одной очень плоской с $\beta \approx 15$ пс и другой совсем сферической. В табл. 3 и на рис. 1 (точки) показано исправленное распределение числа звезд типа W UMa в зависимости от z -координаты. Содержание табл. 3 то же, что и табл. 1.

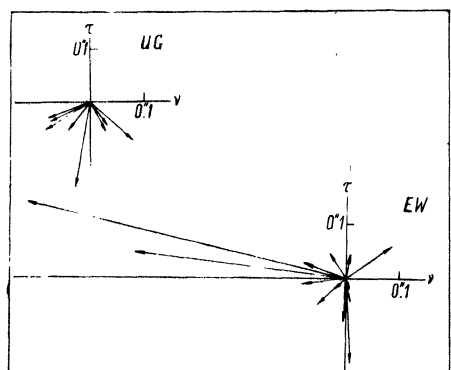


Рис. 5

Таблица 3.

Пределы $z_{\text{пс}}$	$z_{\text{пс}}$	N	$\lg N$
0 - 20	10	410	2.613
20 - 40	30	270	2.431
40 - 60	50	102	2.008
60 - 80	70	187	2.271
80 - 100	90	148	2.170
100 - 120	110	232	2.364
120 - 160	140	107	2.030
160 - 200	180	103	2.013
200 - 280	260	70	1.845

По известным кинематическим характеристикам звезды типа U Gem отличаются от звезд типа W UMa. На рис. 5 схематически изображены известные собственные движения звезд одного и другого типов, разложенные на v и r -компоненты. В распределении r -компонент для звезд типа U Gem видна асимметрия. По распределению Стюдента для малых выборок оценена вероятность того, что такое распределение по сравнению с аналогичным распределением для звезд W UMa является случайным. Эта вероятность получилась равной 0.000.

Полученные результаты не дают основания говорить о сходстве пространственного распределения и движения звезд типов U Gem и W UMa. Замеченные различия требуют во всяком случае более точного исследования на основе большего материала по собственным движениям, лучевым скоростям и абсолютным величинам исследуемых звезд.

Литература:

1. R. Kraft, ApJ **135**, № 2, 1962.
2. П. П. Паренаго, АЖ **22**, 129, 1945.
3. M. Petit, Extrait de "C. e. T." LXXIV, № 3-4, 1958.
4. M. Petit, Extrait des Colloqui del Centro di Astrof. del CNR № 3, 1961.

МГУ, ГАИШ,
декабрь, 1963.