

АСТРОНОМИЯ

Л. В. Мирзоян

О парциальной плотности O—B1 звезд в Галактике

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 21/IV 1964)

Известно, что распределение OB звезд в Галактике крайне неравномерное. Будучи сконцентрированными в основном в ее спиральных рукавах, они составляют плоскую подсистему. В самих рукавах OB звезды встречаются преимущественно в составе физических группировок — звездных ассоциаций.

Роль звездных ассоциаций в звездообразовательном процессе в настоящее время достаточно ясно выявлена в теории, развитой В. А. Амбарцумяном (^{1,2}). Согласно этой теории, всю совокупность OB звезд в Галактике следует рассматривать как совокупность физических группировок звезд, возникших в ядрах звездных ассоциаций. Формируясь группами, вследствие распада очень плотных тел, звезды в результате расширения и последующего распада этих систем входят в общее галактическое поле.

Парциальная плотность OB звезд в ассоциациях сильно превосходит среднюю парциальную плотность этих звезд в Галактике. Это обстоятельство и привело к открытию звездных ассоциаций.

Вследствие расширения звездных ассоциаций парциальная звездная плотность в них должна быть убывающей функцией от расстояния до соответствующего ядра. Если считать, что возникновение новых ассоциаций в Галактике происходило по крайней мере за период, превосходящий среднюю продолжительность жизни современных звездных ассоциаций, эта функция для синтетической „ассоциации“, построенной путем суперпозиции всех группировок вокруг ядер (¹), вместе с тем должна быть непрерывной.

Наблюдаемое непрерывное падение парциальной плотности O—B1 звезд с удалением от ядра в синтетической „ассоциации“ (¹) находится в согласии с этим выводом и до расстояния 0.4—0.5 *кпс* от ядра достаточно хорошо представляется непрерывной функцией.

В настоящей работе с помощью этой функции вычислена средняя парциальная плотность звезд на различных расстояниях от ядер звездных ассоциаций в окрестностях Солнца.

При известном законе распределения звездной плотности $d(r)$ вокруг ядра синтетической „ассоциации“ средняя звездная плотность в оболочке с внутренним и внешним радиусами r_{k-1} и r_k вокруг ядра определяется очевидной формулой:

$$d_k = \frac{3}{r_k^3 - r_{k-1}^3} \int_{r_{k-1}}^{r_k} d(r) r^2 dr.$$

При „гиперболическом“ законе распределения парциальной плотности О—В1 звезд вокруг ядра синтетической „ассоциации“ (4):

$$(\lg d)^2 = (2 \lg r - a)^2 - b^2,$$

где r — расстояние от ядра*, а a и b — постоянные, это выражение приводит к следующей расчетной формуле:

$$d_k = C \int_{r_{k-1}}^{r_k} \exp [V(2 \lg r - a)^2 - b^2] r^2 dr.$$

В этой формуле постоянный множитель C определяется из условия $N = \sum N_k = \sum V_k d_k$, где N_k — число звезд в оболочке (r_{k-1} , r_k), а V_k — объем оболочки.

Наблюдательный материал, относящийся к О—В1 звездам, удовлетворительно описывается „гиперболическим“ законом при следующих значениях постоянных a и b (при r измеряемом в *кпс*) (4):

	a	b
О—В0.5 звезды	1.19	1.83
О—В1 звезды	2.08	2.81

Легко показать, что при этих значениях a и b расчетная формула применима лишь до расстояния 0.4—0.5 *кпс* от ядра, так как при больших r показатель в подынтегральном выражении становится мнимым числом. Это расстояние порядка среднего полурасстояния между соседними звездными ассоциациями в окрестностях Солнца.

Табл. 1, содержащая результаты вычислений средней звездной плотности, дает представление о распределении парциальной плотности О—В0.5 и О—В1 звезд вокруг ядра в синтетической „ассоциации“. Соответствующие числа N_k заимствованы из (4).

Для перехода от плотностей, приведенных в табл. 1, к средним плотностям О—В1 звезд в аналогичных объемах вокруг отдельных ядер типичных звездных ассоциаций следует их уменьшить в 50 раз, так как примерно такое число подсистем вокруг ядер содержится в рассмотренной нами суперпозиции звездных ассоциаций.

Вследствие постепенного расширения и последующего распада звездной ассоциации понятие о ее „размерах“ не имеет физического

* По определению всегда $2 \lg r - a < 0$.

смысла. Поэтому оценку „размеров“ звездных ассоциаций от нескольких десятков до двухсот парсек (²), очевидно, следует отнести к наиболее плотной части звездной ассоциации, обычно выделяющейся по высокой парциальной плотности ОВ-звезд на фоне общего галактического поля этих же звезд. Исходя из этого факта, о „размерах“ звездной ассоциации можно говорить лишь условно. Принципиально размеры звездной ассоциации могут быть сколь угодно большими. Однако необходимо отметить, что при расстояниях больших чем 0.4 клс от ядра мы часто вторгаемся в объемы соседних ассоциаций в плоскости Галактики и выходим за слой концентрации ОВ звезд по *z*-координате. Следовательно, практически мы должны ограничивать наше рассмотрение этим расстоянием.

Таблица 1

Распределение парциальной звездной плотности О—В звезд
вокруг ядра синтетической „ассоциации“
(О—В0.5 звезд—первая строка, О—В1 звезды—вторая строка)

r_k	r_{k-1}					
	0	0.005	0.010	0.050	0.100	0.200
0.005	1.5 · 10 ⁷ 6.7 · 10 ⁷					
0.010	4.3 · 10 ⁶ 1.7 · 10 ⁷	2.7 · 10 ⁶ 9.7 · 10 ⁶				
0.050	1.5 · 10 ⁵ 5.2 · 10 ⁵	1.4 · 10 ⁵ 4.5 · 10 ⁵	1.2 · 10 ⁵ 3.8 · 10 ⁵			
0.100	3.3 · 10 ⁴ 1.0 · 10 ⁵	3.1 · 10 ⁴ 9.2 · 10 ⁴	2.9 · 10 ⁴ 8.4 · 10 ⁴	1.6 · 10 ⁴ 4.2 · 10 ⁴		
0.200	6.7 · 10 ³ 1.8 · 10 ⁴	6.7 · 10 ³ 1.7 · 10 ⁴	6.2 · 10 ³ 1.6 · 10 ⁴	4.4 · 10 ³ 9.8 · 10 ³	3.0 · 10 ³ 6.2 · 10 ³	
0.400	1.2 · 10 ³ 2.7 · 10 ³	1.2 · 10 ³ 2.6 · 10 ³	1.1 · 10 ³ 2.4 · 10 ³	9.0 · 10 ² 1.7 · 10 ³	7.1 · 10 ² 1.2 · 10 ³	4.2 · 10 ² 5.4 · 10 ²

Если принять для „среднего радиуса“ звездных ассоциаций значение 50—100 клс, то на основе данных табл. 1 следует считать, что средняя парциальная плотность О—В1 звезд в звездных ассоциациях на два порядка превышает эту плотность в общем галактическом поле (до 0.4 клс от ядер).

В случае принятого допущения о средних „размерах“ звездных ассоциаций средняя парциальная плотность О—В1 звезд в ассоциациях оказывается равной, по порядку величины, 10³—10⁴ звезд на кубический килопарсек, а в галактическом поле — 10—10² звезд на тот же объем. Отсюда непосредственно вытекает, что значительная часть О—В1 звезд, как и следовало ожидать по теории звездных ассоциаций (²), должна входить в „объемы“ современных звездных ассоциаций, при условно принятых размерах последних. Действительно, с помощью данных табл. 1 можно оценить относительное число О—В1 звезд в оболочках вокруг ядра синтетической „ассоциации“. В табл. 2 приводятся результаты вычислений чисел звезд в

оболочках (r_{k-1} , r_k) вокруг ядра в процентах от общего числа всех О—В1 звезд, расположенных до расстояния 0,4 *кпс* от ядра:

$$p = 100 \frac{N(r_{k-1}, r_k)}{N(0, 0.40)}.$$

Табл. 2 свидетельствует о том, что около половины всех О—В1 звезд, расположенных до 0,4 *кпс* от ядер звездных ассоциаций, со-

держится в сферах радиуса ста *парсек*

вокруг ядер и более семидесяти процен-
тов—в сферах радиуса двухсот *парсек*.

Если учесть, что сфера радиуса в че-
тыреста *парсек* вокруг ядра синтетической
„ассоциации“, фактически охватывает все
звезды этих классов (вне этой сферы на-
ходится менее пяти процентов О—В1 звезд),
то можно считать, что полученный вывод

о сильной концентрации этих звезд вокруг ядер, справедлив для всей совокупности О—В1 звезд.

Учитывая, что при выводе закона распределения звезд рассма-
триваемых классов вокруг ядра синтетической „ассоциации“, число
использованных нами О—В1 звезд более чем в два раза превышало
число О—В0.5 звезд (⁴), данные последнего столбца табл. 2 следует
рассматривать как более надежные.

Таким образом, принимая для „среднего радиуса“ звездных ас-
социаций значение ~ 0.1 *кпс*, следует считать, что по крайней мере
половина всех О—В1 звезд входит в настоящее время в состав звезд-
ных ассоциаций.

Относительное содержание О-звезд в ассоциациях должно быть
еще выше, так как эта стадия жизни звезды сравнительно непродол-
жительна, вследствие чего лишь немногие звезды этого класса, об-
ладающие большими скоростями вылета, могут удалиться от ядер на
расстояние 0.3—0.4 *кпс*, оставаясь в классе О. Отсюда следует, в со-
гласии с результатами более ранних работ (^{6, 7}), что подавляющее
большинство О-звезд входит в „объемы“ современных звездных ас-
социаций.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Л. Ч. ՄԻՐՉԱՆՆ

Գալակտիկայում Օ—В1 աստղերի պարզիակ խտության մասին

Բոլոր հայտնի Օ-աստղաաբյուրերի ձևափոխումից ստացված սինթետիկ «աստղ»
աբյուրերի միջուկի շուրջը Օ—В1 աստղերի բաշխման օրենքի (¹) միջոցով որոշվել է այս
աստղերի միջին պարզիակ խտությունը՝ միջուկից տարբեր հեռավորությունների վրա
(աղյուսակ 1):

Քանի որ աստղասփյուռների լայնացման և բայրայման հետևանքով նրանց շափերը ակերտություններ են կարող են ցանկացած չափով մեծ լինել, ապա «չափեր» հասկացողություններ աստղասփյուռների համար պայմանական է:

Ընդունելով աստղասփյուռների «միջին շառավիղի» համար $0.05 - 0.10$ կիլոպարսեկ արժեքը հիշյալ աղյուսակի տվյալներից կարելի է եզրակացնել, որ O—B1 աստղերի խտությունը առանձին աստղասփյուռներում, բոլոր մեծությունների կարգի, կազմում է $10^3 - 10^4$ աստղ մեկ խորանարդ կիլոպարսեկում, իսկ զայակտիկ աստղային զաշտում այն երկու կարգով ավելի փոքր է:

Ինչո՞ւ պատճառով բոլոր O—B1 աստղերի ասնվազն կեսը գտնվում է մամանակակից աստղասփյուռների «ծավալներում» (աղյուսակ 2):

O-աստղերի հարաքերական բանակը աստղասփյուռներում պետք է ավելի մեծ լինի. բանի որ աստղի կյանքի այդ փուլը համեմատաբար կարճատև է և O զառի շատ քիչ աստղեր միայն, որոնք ոժտված են մեծ արագություններով, կարող են միջուկից հեռանալ մինչև $0.3 - 0.4$ կիլոպարսեկ առանց իրենց զառը փոխելու:

Հետևաբար, պետք է ընդունել, որ O-աստղերի ճնշող մեծամասնությունը գտնվում է մամանակակից աստղասփյուռների «ծավալներում»:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ В. А. Амбарцумян, Астр. ж., 26, 3, 1949. ² В. А. Амбарцумян, Вводный доклад на симпозиуме по эволюции звезд, М., Изд. АН СССР, 1952. ³ Л. В. Мирзоян, Сообщения Бюраканской обсерватории, 29, 81, 1961. ⁴ Л. В. Мирзоян, Сообщение Бюраканской обсерватории, 33, 41, 1963. ⁵ В. А. Амбарцумян, Труды II совещания по вопросам космогении, М., Изд. АН СССР, 1952. ⁶ Г. А. Гурзоян, Астр. ж., 26, 329, 1949. ⁷ М. С. Робертс, Publ. ASP, 69, 59, 1957.