

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПУЛЬСАРОВ В ОКРЕСТНОСТИ СОЛНЦА

Т.Г.МДЗИНАРИШВИЛИ, Т.М.БОРЧХАДЗЕ,
Р.М.ДЗИГВАШВИЛИ, Н.Г.КОГОШВИЛИ

Поступила 25 июня 1997

Принята к печати 1 декабря 1997

Исследовано пространственное распределение пульсаров в окрестности Солнца на основе современного каталога Тейлора, Манчестера и Лайна. Показано, что "старые" пульсары возрастом $\tau > 2 \cdot 10^6$ лет, как и "молодые", указывают на существование фрагментов спиральной структуры Галактики. Сделан вывод, что если принятая в каталоге шкала расстояний верна, то пекулярные скорости пульсаров с наиболее точными расстояниями должны быть гораздо меньше принятых, чем это считалось до сих пор.

1. *Введение.* Ганн и Острайкер [1] в 1969г. изучили параметры известного в то время 41 пульсара и заключили, что большинство из них должно рождаться в пределах, примерно, 100 парсеков от плоскости Галактики и при рождении приобретать пекулярные скорости порядка 100 км/с. Несмотря на то, что за прошедшее время был накоплен значительный наблюдательный материал и проведено множество статистических исследований этой галактической популяции, более полных и обоснованных, выводы этой классической работы остались почти неизменны.

Если пульсары рождаются вблизи галактической плоскости после вспышек сверхновых II типа и приобретают случайным образом направленные пекулярные скорости порядка 100 км/с, то по наблюдаемому распределению по z - координате можно оценить возраст наиболее старых пульсаров. Эта оценка показывает, что $\tau = \frac{v}{z} \approx 10^7$ лет. Пульсары должны рождаться в спиральных рукавах, в ассоциациях и молодых звездных скоплениях. "Молодые" пульсары возрастом $\tau < 2 \cdot 10^6$ лет при принятом значении скорости ~ 100 км/с должны находиться на расстоянии нескольких сот парсеков от места рождения и оставаться еще в спиральных рукавах Галактики [2]. Косвенные подтверждения этого факта были найдены в работах [3,4]. В недавней работе [5] на основе нового каталога 558 пульсаров Тейлора, Манчестера и Лайна [6] было найдено подтверждение гипотезы, что пульсары рождаются в спиральных рукавах Галактики. Целью настоящей работы является изучение распределения пульсаров разных возрастов в окрестности Солнца на

основе новейших данных и оценка их пекулярных скоростей.

2. *Использованный материал.* Как и в работе [5], для изучения распределения пульсаров в пространстве использовался каталог [6]. Для проведения статистического анализа были использованы следующие параметры пульсаров: галактические координаты l , b , расстояния d , точность определения которых в Каталоге обозначается двумя буквами латинского алфавита, возраст τ и расстояния z от плоскости Галактики.

Особое внимание при проведении статистического анализа мы обратили на использование тех расстояний, которые имеют наименьшие случайные ошибки, так как игнорирование случайных ошибок определения расстояний астрономических объектов нередко может привести к недоразумению. Как известно, ОВ звездные ассоциации в солнечной окрестности указывают на фрагменты спиральной структуры Галактики [7]. Расстояния до звездных ассоциаций определяются усреднением модулей расстояний членов этих ассоциаций, так как делается обоснованное допущение, что все звезды последних находятся на одинаковом расстоянии от Солнца. Получаемая картина распределения в плоскости Галактики действительно обнаруживает спиральную структуру. Если для изучения структуры использовать расстояния индивидуальных звезд - членов ассоциаций, то получаются лучеобразные структуры с центром на Солнце. Большие случайные ошибки определения расстояний до звезд, а это в среднем больше $30\%r$, где r - расстояние до звезды, размывают получаемую картину. Этим эффектом, по-видимому, можно объяснить утвердившуюся за последнее время точку зрения, что даже молодые звездные скопления не очень явно указывают на спиральную структуру Галактики [8].

3. *Статистический анализ.* Для построения в плоскости Галактики картины распределения пульсаров вычислялись галактические координаты по формулам:

$$X = d \cdot \cos l \cdot \cos b, \quad Y = d \cdot \sin l \cdot \cos b.$$

Картины распределения пульсаров строились в окрестности Солнца $-5\text{кпк} \leq X \leq 5\text{кпк}$ и $-5\text{кпк} \leq Y \leq 5\text{кпк}$, чтобы картина была сопоставима с картиной распределения ОВ - ассоциаций и молодых звездных скоплений. На рис.1 дана картина совместного распределения ОВ-ассоциаций, молодых звездных скоплений и "молодых" пульсаров, возраст которых $\tau \leq 2 \cdot 10^6$ лет, точность расстояний меньше $25\% \cdot d$. Количество таких пульсаров в данной окрестности Солнца 68 в Каталоге.

Из рис.1 прослеживается определенная связь между фрагментами спиральной структуры, получаемой из наблюдений оптических объектов и радиопульсаров. Можно указать на четыре фрагмента. Три фрагмента классической модели Жоржелина и Жоржелина [9] обозначаются

индексами -2, -1 и +1. Местный рукав обозначен индексом 0. Отметим, что малое количество молодых радиопульсаров не дает возможности более четко выделить структуру по радиообъектам.

На рис. 2 нанесены проекции положения всех пульсаров в плоскости,

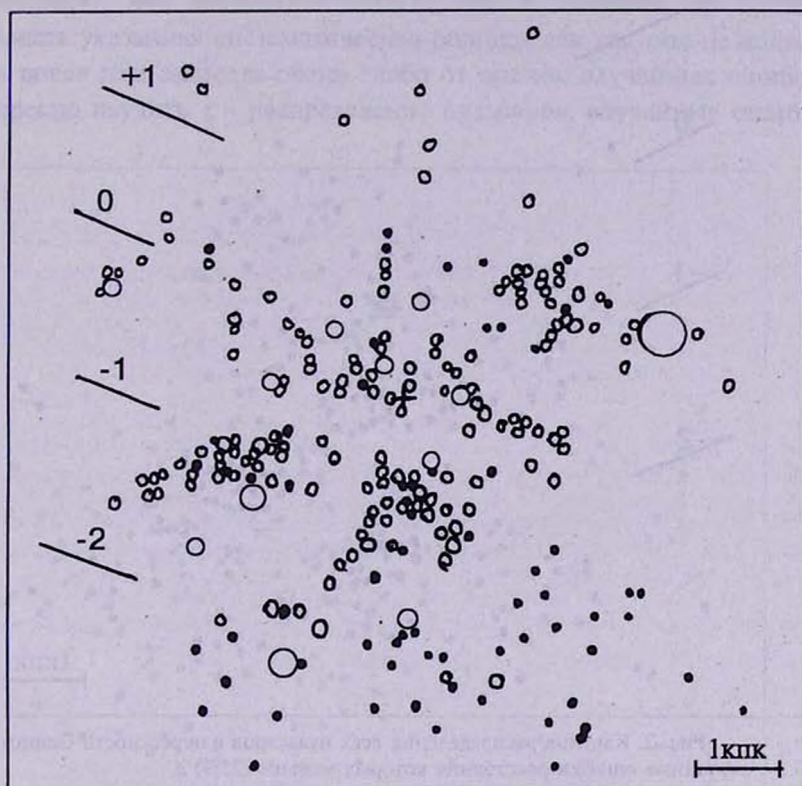


Рис.1. Картина распределения звездных ассоциаций (большие кружки), молодых звездных скоплений (маленькие кружки) и молодых пульсаров (темные кружки) в окрестности Солнца, случайные ошибки расстояния которых меньше (25%). d .

имеющих точность определения расстояний меньше 25% d , без учета их возрастов. Таких объектов в Каталоге оказалось 231. На картине более четко выделены 4 фрагмента -2, -1, 0 и +1 спиральной структуры.

Нами были построены также картины распределения пульсаров, возраст которых $\tau > 2 \cdot 10^6$, $\tau > 5 \cdot 10^6$ и $\tau > 10^7$ лет. На всех картинах сохранилась тенденция к данной фрагментации. Отсюда делается вывод, что "старые" пульсары, как и "молодые", обрисовывают спиральную структуру.

Интересно получаемую картину дополнить изучением распределения данных объектов по z - координате и сопоставить с распределением О-звезд. Для О-звезд мы пользовались каталогом [10]. При анализе распределения пульсаров по z - координате были отброшены те пульсары,

которые являются членами сферических скоплений.

В использованном каталоге 95% О-звезд находятся внутри $|z| \leq 400$ пк

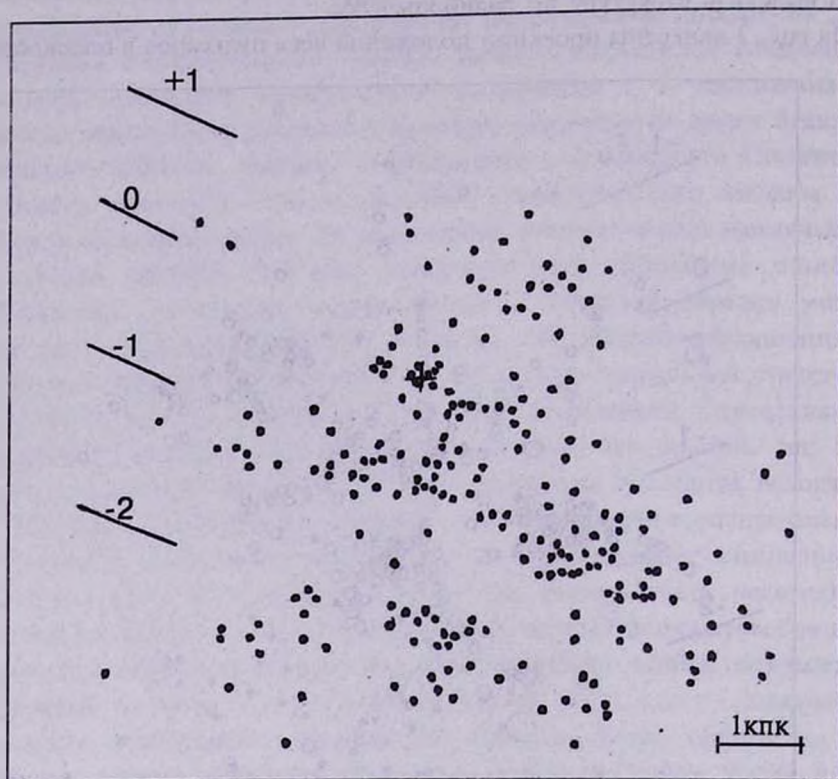


Рис. 2. Картина распределения всех пульсаров в окрестности Солнца, случайные ошибки расстояния которых меньше (25%).d.

галактической плоскости.

Для пульсаров всех возрастов с точностью расстояний меньше 25% больше 90% количества $|z| \leq 400$ пк и всего 3 имеют $|z| \leq 500$ пк.

Из этого сопоставления следует вывод, что распределение пульсаров всех возрастов, имеющих наиболее точные расстояния в каталоге [6], аналогично распределению О-звезд, что в корне меняет оценку пекулярных скоростей пульсаров. Подавляющее большинство пульсаров с известными наилучшими расстояниями должно иметь такие же скорости, как и О - звезды.

4. *Выводы.* Для объяснения этого неожиданного результата попытаемся предложить альтернативные варианты.

1. В каталоге Тейлора, Манчестера и Лайна [6] имеется систематическая ошибка определения расстояний пульсаров, которая приводит к скупиванию объектов к фрагментам спиральной структуры.

О возможности такого эффекта указывали сами авторы каталога [6]. Для проверки этого предположения мы построили картину распределения пульсаров, случайные ошибки которых более $25\% \cdot d$. Таких объектов в каталоге 162. Как видно из рис.3, здесь почти не выражена тенденция к скучиванию, что заставляет думать, что в каталоге не должна существовать указанная систематическая ошибка, так как она не должна зависеть вовсе или зависеть очень слабо от оценок случайных ошибок.

Интересно изучить z - распределение пульсаров, случайные ошибки

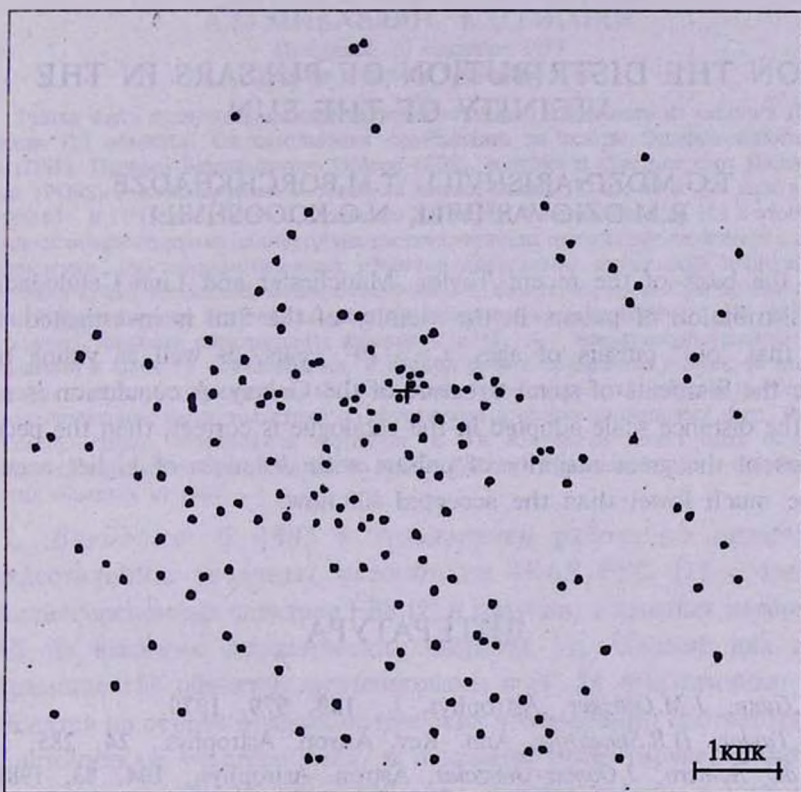


Рис.3. Картина распределения всех пульсаров в окрестности Солнца, случайные ошибки расстояния которых больше $(25\%) \cdot d$.

которых больше $25\% \cdot d$. Из 162 объектов 112 имеют $|z| > 500$ пк, или почти 70% объектов находятся за пределом указанной толщины диска Галактики.

2. Шкала расстояний каталога Тейлора, Манчестера и Лайна близка к действительности. Тогда пульсары, имеющие наиболее точные расстояния, независимо от возрастов образуют тонкий слой вблизи плоскости Галактики, наподобие О-звезд, и указывают на фрагменты спиральной структуры. Пекулярные скорости большинства пульсаров

должны быть на порядок меньше принятых до сих пор. Этот результат определенным образом перекликается с работой [11].

Из этих альтернативных возможностей нам более привлекательным кажется второй вариант. Во всяком случае, полученные результаты требуют дальнейшего исследования.

Абастуманская астрофизическая
обсерватория, Грузия

ON THE DISTRIBUTION OF PULSARS IN THE VICINITY OF THE SUN

T.G.MDZINARISHVILI, T.M.BORCHKHADZE,
R.M.DZIGVASHVILI, N.G.KOGOSHVILI

On the basis of the recent Taylor, Manchester and Line Catalogue the space distribution of pulsars in the vicinity of the Sun is investigated. It is shown that "old" pulsars of ages $\tau > 2 \cdot 10^6$ years, as well as young ones, indicate the filaments of spiral structure of the Galaxy. A conclusion is made that if the distance scale adopted in the catalogue is correct, then the peculiar velocities of the great majority of pulsars with distances of higher accuracy must be much lower than the accepted till now.

ЛИТЕРАТУРА

1. J.E.Gunn, J.M.Ostriker, *Astrophys. J.*, **160**, 979, 1970.
2. J.H.Taylor, D.R.Stinebring, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, **24**, 285, 1986.
3. A. del Romero, J.Gomez-Gonzales, *Astron. Astrophys.*, **104**, 83, 1981.
4. H.Schild, A.Maeder, *Astron. Astrophys. J.*, **143**, L7, 1985.
5. Т.Г.Мдзинаришвили, *Астрофизика*, **40**, 61, 1997.
6. J.H.Taylor, R.N..Manchester, A.G.Lyne, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **88**, 529, 1993.
7. R.Humphreys, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **38**, 304, 1978.
8. Т.Г.Мдзинаришвили, *Бюлл. Абастуман. астрофиз. обсерв.*, **68**, 157, 1989.
9. Y.M.Georgelin, Y.P.Georgelin, *Astron. Astrophys.*, **49**, 57, 1976.
10. C.Cruz-Gonzales, E.Recillas-Cruz, R.Costero, M.Peimbert, S.Torres-Peimbert, *Rev. Mex. Astron. Astrof.*, **1**, 211, 1978.
11. А.В.Тутуков, Н.Н.Чугай, Л.Р.Юнгельсон, *Письма в Астрон. ж.*, **10**, 586, 1984.