

УДК: 524.354.4

Краткие сообщения

О ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПУЛЬСАРОВ

1. *Введение.* Согласно принятой почти сразу после открытия пульсаров концепции, они являются быстро вращающимися нейтронными звездами, обладающими сильными дипольными магнитными полями в 10^{12} - 10^{13} Гс [1,2].

Предполагается, что пульсары (по крайней мере часть из них) - это звездные остатки вспышек сверхновых звезд. Если это так, то они должны быть связаны с туманностями-остатками вспышек сверхновых звезд. Доказательством этого служит обнаружение пульсаров PSR 0531+21 в остатке вспыхнувшей в 1054г. сверхновой-Крабовидной туманности, PSR 0833-45 - в туманности Парусов (Vela-X) и некоторых других пульсаров, также обнаруженных в остатках сверхновых.

Отсутствие туманностей около подавляющего большинства пульсаров объясняется разницей в эволюции пульсаров и остатков вспышек сверхновых звезд. Первые могут существовать и излучать в течение миллионов и миллиардов лет. Вторые через несколько десятков или сотен тысяч лет перестают существовать. Они, расширяясь, сливаются с окружающим межзвездным веществом. Есть еще и другая причина. Согласно современной теории вспышек сверхновых, новых и большинства других нестационарных объектов, они являются членами двойных систем. Если это так, то во время вспышки сверхновой звездный остаток-пульсар вследствие эффекта пращи может с большой скоростью вылететь из области вспышки и существовать отдельно. Аналогичное явление может произойти также вследствие несимметричного взрыва одиночной звезды [1]. В пользу этих предположений свидетельствует обнаружение больших, достигающих до нескольких сотен километров в секунду, собственных движений у пульсаров [1-3].

Существуют также и другие теории, объясняющие большие значения собственных движений у пульсаров. Например, в развитой в [4] идее это явление обусловлено тем, что центр магнитного диполя и центр нейтронной звезды-пульсара не совпадают. Поэтому из-за несимметрии излучения из разных полюсов пульсара возникает реактивная сила.

Вышеизложенные особенности, связанные с рождением и эволюцией пульсаров, могут привести к тому, что, даже если они рождаются в остатках вспышек сверхновых звезд, их пространственное распределение и пространственное распределение туманностей - остатков сверхновых не совпадут. Поэтому детальное исследование и сравнение пространственного распределения пульсаров и остатков сверхновых является весьма актуальной задачей. Исследования такого рода могут пролить свет на характер связи остатков сверхновых и пульсаров.

2. *Возраст и пространственное распределение пульсаров.* В каталоге [5] приводятся данные о 525 пульсарах, а в дополненном каталоге [6] - о 706 пульсарах. В [6] даются сведения о возрасте и z -координате (высоте пульсара над плоскостью Галактики) 525 пульсаров. В это число не включены объекты в Магеллановых Облаках и пульсары, являющиеся членами двойных или кратных систем. Как известно, такие системы имеют сферическое распределение, и, как правило, они расположены

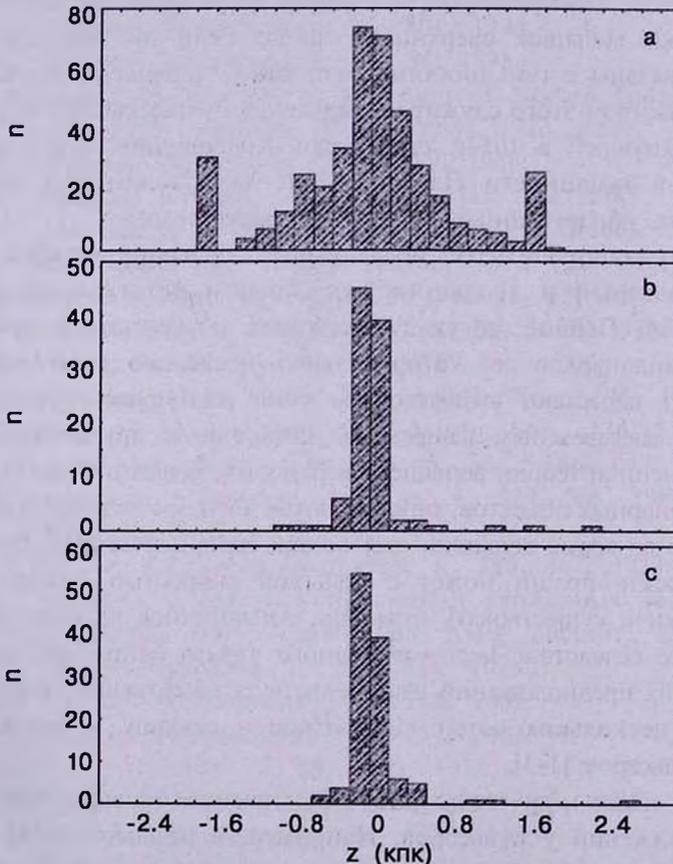


Рис.1. Гистограмма распределения по z -координате пульсаров и остатков сверхновых звезд. а - пульсары с $T > 10^4$ лет; б - пульсары с $T < 10^4$ лет; с - остатки сверхновых звезд; n - количество объектов.

высоко над плоскостью Галактики.

Мы эти 525 пульсаров разделили по характеристическому возрасту на две группы: "молодые" пульсары, возраст которых $T < 10^6$ лет и "старые" пульсары, возраст которых $T > 10^6$ лет. В первую группу попали 101 пульсар, во вторую - 424 объекта.

На рис.1 приведены гистограммы распределения пульсаров по z . Видно, что подавляющее большинство (83 из 101 объекта) "молодых" пульсаров расположено в зоне $-0.2 \leq z \leq 0.2$ кпк. Между тем, в этой зоне расположено всего 34% (145 из 424 объектов) пульсаров с $T > 10^6$ лет. Остальные "старые" пульсары расположены выше этой зоны.

Таким образом, распределения пульсаров разных возрастов по z -координате существенно отличаются. Практически все "молодые" пульсары расположены в очень узкой полосе шириной в 400 пк вокруг плоскости Галактики, а пульсары, возраст которых превосходит 10^6 лет, в основном, находятся выше этой полосы. Вне зоны $-0.2 \leq z \leq 0.2$ кпк расположены менее 18% пульсаров с $T < 10^6$ лет.

На рис.1с показана гистограмма распределения по z -координате 113 галактических остатков вспышек сверхновых звезд из [7]. Из сравнения рис.1b и 1с следует, что молодые галактические пульсары и остатки вспышек сверхновых звезд имеют одинаковое пространственное распределение. Этот факт свидетельствует в пользу предположения о связи пульсаров с остатками вспышек сверхновых. Старые пульсары в ходе их эволюции вследствие больших значений собственных движений могут подняться довольно высоко над плоскостью Галактики [8].

3. *Пространственное распределение пульсаров по периоду.* Отличия в пространственном распределении пульсаров разных возрастов выявляются также при сравнении их периодов излучения.

Как известно, импульсный характер излучения пульсаров обусловлен направленностью их излучения. Они излучают в пределах узких конусов вокруг магнитных осей, которые наклонены относительно осей вращения [9]. Таким образом, периодичность их излучения совпадает с периодом вращения. Так как излучение на разных частотах происходит за счет кинетической энергии вращения, то в процессе эволюции оно должно замедлиться. Что и наблюдается у всех пульсаров. Следовательно, периоды излучения пульсаров в какой-то мере являются индикаторами их возрастов. Чем длиннее период, тем, в среднем, старше пульсар. Поэтому можно ожидать, что короткопериодические пульсары (если, конечно, по своей физической природе они не отличаются от долгопериодических пульсаров и начальные условия рождения пульсаров более или менее одинаковы) по z -координате имеют похожее с молодыми пульсарами распределение.

Сравнение распределения по z пульсаров с периодами $P \leq 0.5$ с и

$P > 0.5c$ из [6] показывает, что свыше 58% пульсаров первой группы расположено в зоне $-0.2 \leq z \leq 0.2$ кпк. В этой зоне расположено всего 28% пульсаров с $P > 0.5c$. Этот результат также не противоречит предположению о генетической связи пульсаров с остатками вспышек сверхновых звезд.

4. *Заключение.* Приведенные нами факты о пространственном распределении пульсаров разных возрастов говорят в пользу их генетической связи с остатками вспышек сверхновых звезд. В пользу этой связи свидетельствует также сравнение распределения по z -координате пульсаров с разными периодами излучения.

On the space distribution of pulsars. It is shown that space distribution of pulsars of age less than 10^6 years and more than 10^6 years are quite different. The space distribution of pulsars of age less than 10^6 years and of remnants of the outbursts of supernovae stars practically are the same. They are located around Galaxy plane in narrow zone with broadness of 400 pc. The overwhelming majority of pulsars of age more than 10^6 years are located out of this zone. These facts witness in favour of genetic relation of pulsars and supernovae remnants. The space distribution of pulsars of different periods of radiation witness in favour of this fact as well.

Key words: *pulsars: ages: space distribution*

3 мая 2004

Бюраканская астрофизическая обсерватория
им. В.А.Амбарцумяна, Армения,
e-mail: malumian@bao.sci.am,
harart@bao.sci.am

В.Г.Малумян
V.H.Malumian
А.Н.Арутюнян
A.N.Harutyunyan

ЛИТЕРАТУРА

1. И.С.Шкловский, Сверхновые звезды, Наука, М., 1976.
2. Р.Манчестер, Дж.Тейлор, Пульсары, Мир, М., 1980.
3. И.С.Шкловский, в сб., "Астрофизика и космическая физика", Наука, М., 1982, с.186.
4. F.Todermar, E.Harrison, Astrophys. J., **201**, 447, 1975.
5. J.H.Taylor, R.N.Manchester, A.G.Lyne, Astrophys. J. Suppl. Ser., **88**, 529, 1993.
6. J.H.Taylor et. al., Catalog of 706 Pulsars, 1995.
7. D.Downes, Astron. J., **76**, 305, 1971.
8. J.M.Cordes, Astrophys. J., **311**, 183, 1986.
9. A.G.Lyne, R.N.Manchester, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **234**, 477, 1988.