

Определение начальных периодов пульсаров из различных моделей потерьВ.С. Бескин^{1,2}, А.Ю. Токмакова¹, Л.И. Арзамасский¹¹Московский Физико-Технический Институт (государственный университет)²Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской Академии Наук

Существует два различных мнения касательно замедления вращения пульсаров. Первое связано с магнитодипольными потерями, второе - с токовыми. Первое в свою очередь следует из принятия вакуумной модели, не учитывающей должным образом влияние магнитосферы, второе мнение обоснуется тем, что плазма, заполняющая магнитосферу пульсара, будет полностью экранировать магнитодипольное излучение нейтронной звезды и все потери энергии должны быть связаны с продольными токами, циркулирующими в магнитосфере пульсара (и замыкающимися на поверхности нейтронной звезды).

Поскольку настоящий период вращения P и его производная по времени могут быть определены из наблюдений, магнитодипольная формула дает следующую оценку

$$B = 3.2 \times 10^{19} (PP')^{1/2} \text{ (G)}. \quad (1)$$

Эволюция угла χ , где χ - угол между осью вращения и осью магнитного поля пульсара, является результатом замедления вращения пульсара, токовые потери будем считать по следующей формуле[1]

$$W_{tot} = \frac{f_*^2}{4} \frac{B^2 R^6 \Omega^4}{c^3} i_0 \cos \chi, \quad \Omega \sin \chi = const, \quad (2)$$

где суммарные потери

$$W = -I \dot{W}. \quad (3)$$

Отсюда следует, что для токовых потерь, с учетом эволюции χ , будет верна формула[1]

$$-I \Omega \dot{\Omega} = \frac{B^2 R^6 \Omega^4 \cos^2 \chi}{c^3}. \quad (4)$$

Будем считать, что время, прошедшее с момента взрыва сверхновой τ_{snr} , является временем жизни нейтронной звезды. Подставляя в формулу (5), получаем зависимость периода вращения пульсара от времени τ_{snr} и угла χ

$$P = \frac{P_0}{\sin \chi_0} \sqrt{\sin^2 \chi_0 \exp \left[\frac{-2A \sin^2(\chi_0) \tau_{snr}}{P_0^2} \right]}, \quad (5)$$

где обозначим

$$A = \frac{B^2 R^6}{c^3}. \quad (6)$$

Сравним начальные периоды, посчитанные используя две модели эволюции пульсара и убедимся, что на малых временах, какими и являются времена порядка τ_{snr} различия между начальными периодами пульсаров малы. Построим гистограмму на которой хорошо видно, что распределения по P_0 с учетом эволюции угла χ совпадают (красный цвет гистограммы). Однако существуют и другие модели для описания механизма энергетических потерь, которые не учитывают эволюцию угла χ [2], В таких моделях распределение по начальным периодам существенно отличается от нашего (показан на гистограмме черным цветом).

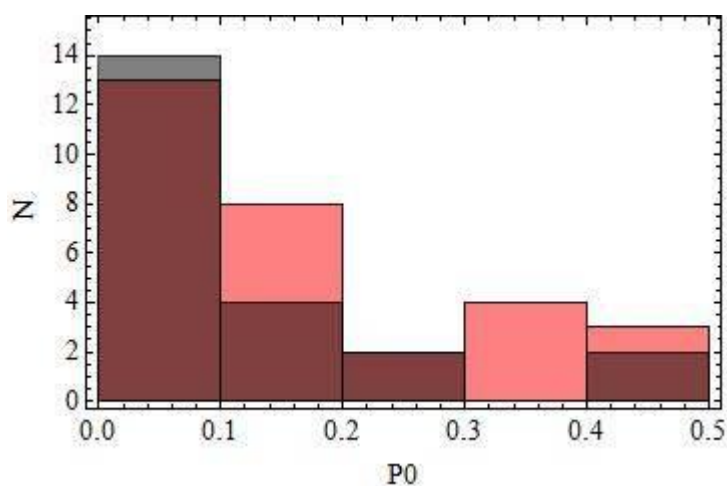


Рис. 1. Распределение по начальным периодам для трёх различных моделей потерь.

Литература

1. *Beskin V.S., Gurevich A.V., Istomin Ya.N.* Physics of the Pulsar Magnetosphere – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1993. – 403 P.
2. *Popov S.B., Turolla R.* Initial spin periods of neutron stars in supernova remnants (arXiv:1204.0632v1 [astro-ph.HE] 3 Apr 2012).