

Статистика интеримпульсных пульсаров

С.Т. Дерри², Л.И. Арзамасский², В.С. Бескин¹

¹Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН

²Московский Физико-Технический Институт (ГУ)

Спустя более 45 лет после открытия пульсаров вопрос об их эволюции все еще до конца не решен. В частности, до сих пор неясно, как меняется угол между магнитным моментом нейтронной звезды и ее осью вращения. В работе [1] была предложена аналитическая модель торможения, в рамках которой угол наклона со временем приближается к 90 градусам. Позже численные МГД расчеты, посвященные построению самоогласованной модели магнитосферы радиопульсаров, показали, что угол наклона должен, напротив, уменьшаться со временем. При этом обе модели дают приблизительно равные значения производной периода вращения (которую мы знаем точно), но, как мы видим, совершенно разные значения производной угла наклона (информации о котором у нас практически нет). Поэтому вопрос об эволюции радиопульсаров до сих пор остается открытым.

С другой стороны, интеримпульсные пульсары дают нам возможность оценить угол наклона осей с хорошей точностью: интеримпульс возникает либо в результате наблюдения противоположных магнитных полюсов (тогда угол близок к 90 градусам, такие пульсары мы будем называть двухполюсными), либо в результате повторного наблюдения одного и того же полюса (тогда угол близок к 0 градусов, такие пульсары мы будем называть однополюсными). Поэтому статистические свойства таких пульсаров могут пролить свет и на режим торможения нейтронных звезд.

Путем решения кинетического уравнения были получены аналитические оценки функции распределения интеримпульсных пульсаров. Анализ проводился для обеих моделей торможения. Показано, что модель торможения [1], предсказывающая увеличение угла наклона пульсара, лучше описывает наблюдения однополюсных интеримпульсных пульсаров чем модель, полученная из МГД расчетов [2] (см. также [3], [4]). В дополнении к кинетическому подходу было проведено также численное Монте-Карло

моделирование, которое позволило исследовать влияние начальных функций распределения пульсаров по магнитным полям и периодам на статистику интеримпульсов.

Что же касается двухполюсных интеримпульсов, то для них необходимо учитывать эффекты, связанные с уменьшением наблюдаемой ширины окна из-за прекращения генерации вторичной электронно-позитронной плазмы на значительной части полярной шапки. Учет этого обстоятельства содержит значительную неопределенность, и поэтому такие пульсары не позволяют уверенно определить направление эволюции угла наклона осей.

Литература

1. *Бескин В.С.* [и др.]. Научная сессия отделения общей физики и астрономии и отделения ядерной физики Академии Наук СССР. - УФН. -Т. 141 выпуск 3, 1983
2. *Phillipov A., [et al]*. Time evolution of pulsar obliquity angle from 3D simulations of magnetospheres. – arXiv:1311.1513 [astro-ph.HE].
3. *Manchester, [et al]*. *M. Astrophysical Journal*, 129, 1993-2006 (2005).
<http://www.atnf.csiro.au/people/pulsar/psrcat/>
4. *Malov I.F., Nikitina E.B.*. The Magnetospheric Structure of Radio Pulsars With Interpulses. – *Astronomy Reports* 2013, Vol. 57, no. 11, pp 833-843