

Моделирование эволюции полярного угла пульсаров

С.Т. Дерри¹, В.С. Бескин², Л.И. Арзамасский³

¹Московский физико-технический институт

²Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН

³Princeton University

Спустя более 50 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 настоящее время имеются как теории, в которых угол наклона со временем приближается к 90 градусам [1], так и теории, предсказывающие эволюцию к соосному состоянию [2]. 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 ортогональными), либо в результате повторного наблюдения одного и того же полюса (тогда угол близок к 0 градусам, такие пульсары мы будем называть соосными). Поэтому статистические свойства таких пульсаров могут пролить свет и на режим торможения нейтронных звезд.

В ходе работы мы использовали два независимых подхода к решению проблемы – Монте-Карло симуляцию и метод кинетического уравнения. При этом были рассмотрены различные начальные распределения по магнитным полям, периодам и углам наклона. Как показано в Таблице 1, модель торможения БГИ [1], предсказывающая увеличение угла наклона пульсара, лучше описывает наблюдаемое распределение однополюсных интеримпульсных пульсаров по периодам чем модель, полученная из МГД расчетов [2]. Более того, методом Монте-Карло были найдены оптимальные начальные распределения, при которых модель БГИ отлично согласуется с наблюдательными данными. Для МГД модели такие распределения найдены не были.

	0.1-0.4 с	0.4-0.7 с	0.7-1 с	> 1 с
Однополюсные	10	2	2	1
БГИ	12	2	1	1
МГД	8	6	5	5

Таблица 1. Сравнительное количество соосных пульсаров

В ходе работы мы также проанализировали несколько каталогов интеримпульсных пульсаров. Оказалось, что некоторые пульсары не являются соосными или ортогональными, как это было предположено в работах [3,4]. В дальнейшем мы предполагаем пронаблюдать несколько интеримпульсных пульсаров для проведения независимого анализа, используя обсерватории ПРАО и LOFAR (Голландия), а также используя данные поляризации для точного определения принадлежности пульсаров к определенной группе. Дальнейшая работа состоит также в оптимизации алгоритма вычислений и проведении нескольких статистических тестов, таких как χ^2 -тест и тест

Колмогорова-Смирнова. Также в ходе дальнейшей работы будут учтены такие параметры, как линия смерти для наблюдаемых пульсаров и симуляция чувствительности телескопа, расстояние до пульсара (далекие и слабые не видны) и другие. Мы надеемся, что данные улучшения помогут нам смоделировать реальные наблюдения и дать более точные результаты.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант № 14-02-00831).

Литература

1. *Бескин В.С., Гуревич А.В., Истомин Я.Н.* Физика магнитосферы пульсара. – УФН – 1986. – Т. 150. – С.257–298.

2. *Philippov A., Tchekhovskoy A., Li J.G.* Time evolution of pulsar obliquity angle from 3D simulations of magnetospheres. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.* – 2014. – V.441. – P.1879-1887.

3. *Maciesiak K., Gil J., Ribeiro V.A.R.M.* On the pulse-width statistics in radio pulsars - I. Importance of the interpulse emission. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.* – 2011. – V. 414. – P. 1314-1328.

4. *Малов И.Ф., Никитина Е.Б.* Углы между осью вращения и магнитным моментом в 80 радиопулсарах по данным наблюдений на частотах около 1 ГГц.п – АЖ. – 2011. – Т.88. – С. 22-34.