

К среднему профилю радиопульсаров: новые эффекты и анализ индивидуальных пульсаров

А.Л. Акопян¹, В.С. Бескин^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (ГУ)

²Физический институт им П.Н. Лебедева РАН

hayk.hakopyan@gmail.com, beskin@lpi.ru

В течение почти пятидесяти лет после открытия радиопульсаров в 1967 году было достигнуто заметное продвижение в понимании структуры магнитосферы нейтронных звезд и природы их активности. Однако, как когерентный механизм радиоизлучения, так и многие особенности распространения волн в магнитосфере пульсара до сих пор остаются невыясненными.

Данная работа является третьей по счету, посвященной формированию средних профилей радиоимпульсов. В первой работе [1] было показано, как по поляризационным свойствам можно определить, какая из двух ортогональных мод, обыкновенная или необыкновенная, ответственна за наблюдаемый профиль, а также был предложен метод численного моделирования, позволяющий получать поляризационные кривые пульсаров с различными параметрами. Во второй работе [2] рассмотрена статистика пульсаров из различных каталогов и показано, что предсказания теории находятся в отличном согласии с наблюдениями.

В этой работе мы расширили возможности численного метода по определению поляризационных характеристик средних профилей (были учтены влияние продольного электрического тока на структуру магнитного поля в окрестности светового цилиндра и асимметрия север-юг в плотности истекающей плазмы), что позволило сделать еще несколько шагов к пониманию свойств радиоизлучения пульсаров. Во-первых, было показано, как развитый нами метод может быть применен для оценки угла наклона α магнитной оси к оси вращения для интеримпульсных пульсаров, для которых до сих пор неизвестно, является ли угол близким к 0° или 90° . С другой стороны, был уточнен угол наклона α для пульсара PSR B0943+10, и было показано, что этот угол должен быть близок к 30° (согласно работе [4] $\alpha \approx 15^\circ$). Тем самым, снимается вопрос о полной модуляции рентгеновского излучения от нагретых полярных шапок.

Та же программа была применена и для анализа роли магнитного поля, связанного с продольным электрическим током. Было показано, что изменение знака круговой поляризации действительно можно объяснить наличием сильного асимметричного тока, который связан с асимметричной компонентой плотности тока, предсказанной МГД-моделированием [3].

Следующий важный вопрос связан зависимостью ширины радиоимпульса W от частоты ν . Данные, полученные в самое последнее время на обсерватории LOFAR [5] показали, что статистически показатель степени β в зависимости $W \propto \nu^{-\beta}$ близок к 0.0–0.2, что уже находится в хорошем согласии с предсказанием теории [1]. Однако, в работе [5] не делалось различия между необыкновенной и обыкновенной модами, для которых показатель степени должен быть разным. Мы же показали, что для пульсаров, у которых средний импульс заведомо определяется обыкновенной модой, показатель степени β имеет значительно меньший статистический разброс, причем максимум распределения близок к предсказанной величине $\beta = 0.14$.

Далее, было показано, что у пульсаров с двугорбым средним профилем, благодаря заметному понижению плотности плазмы в районе магнитных полюсов, в зависимости позиционного угла линейной поляризации от фазы импульса должна возникать особенность см. рис. 1а (которая действительно наблюдается см. рис. 1б). Наконец, была изучена возможность определения размера области излучения из данных по ширине кривой позиционного угла для одногорбых (см. рис. 2а) и двугорбых (см. рис. 2б) пульсаров.

Литература

1. *Beskin V.S., Philippov A.A.*, On the mean profiles of radio pulsars - I. Theory of propagation effects. – Mon. Not. R. Astron. Soc., 425, 2, pp. 814-840 (2012)
2. *V.S. Beskin, P. Jaroenjittichai, M. Kramer, A.A. Philippov*, On the mean profiles of radio pulsars II: Identifying the mode. – Mon. Not. R. Astron. Soc. (in press) (2015)
3. *Philippov A., Tchekhovskoy A., Li J.G.*, Time evolution of pulsar obliquity angle from 3D simulations of magnetospheres. – Mon. Not. R. Astron. Soc., 441, 3, pp. 1879-1887 (2014)
4. *Backus I., Mitra D., Rankin J.M.*, The beam topology and dynamic emission properties of pulsar B0943+10 - VI. Discovery of a Q-mode precursor and comparison with pulsar B1822-09. – Mon. Not. R. Astron. Soc., 404, 1, pp. 30-41 (2010)
5. *Pilia M. et al.*, Wide-Band, Low-Frequency Pulse Profiles of 100 Radio Pulsars with LOFAR. <http://arxiv.org/abs/1509.06396>

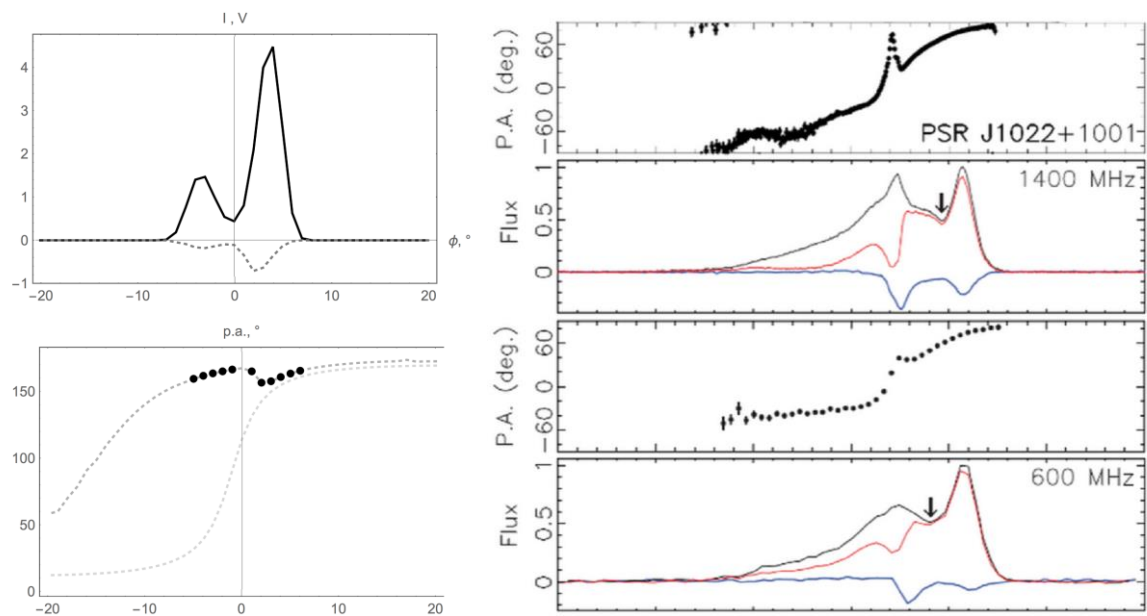


Рис. 1. Сравнение центральной особенности на расчетах и наблюдениях.

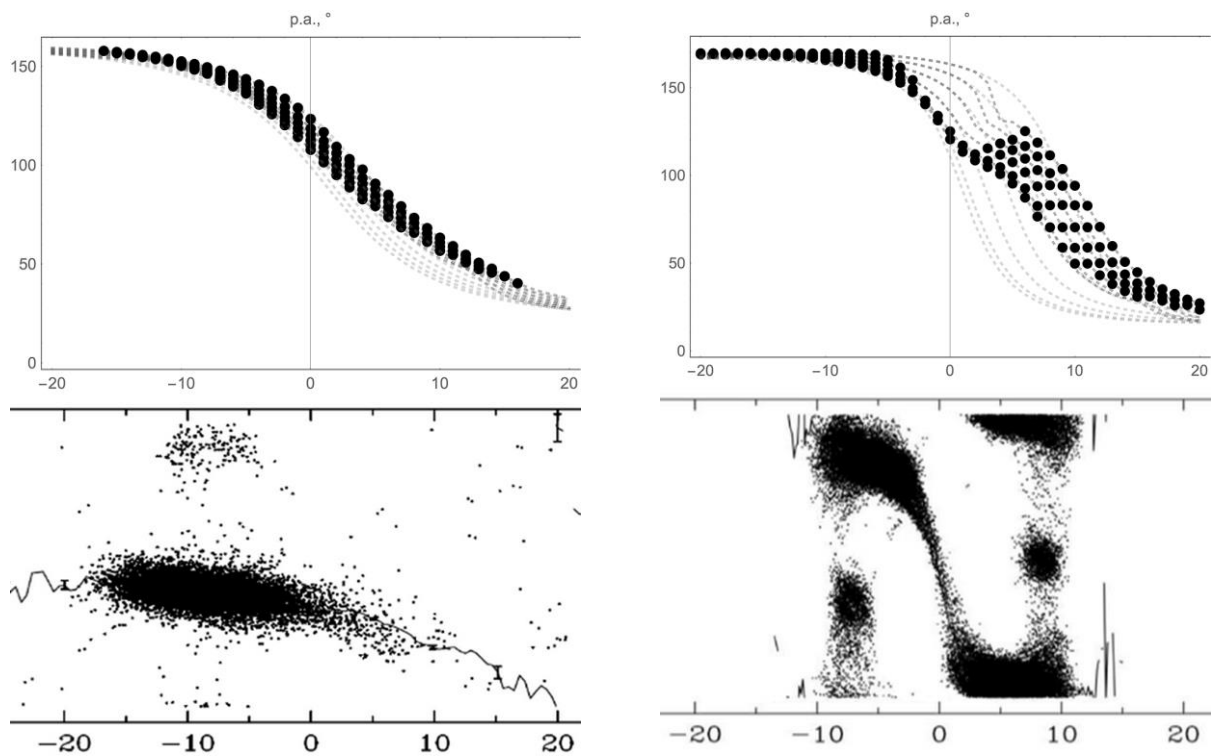


Рис. 2. Ширина кривой позиционного угла для одногорбых и двугорбых пульсаров. Сравнение расчетов (сверху) и наблюдений (снизу).