

**Открытие новых пульсаров на радиотелескопе БСА ФИАН. I.****С.А. Тюльбашев<sup>1</sup>, В.С. Тюльбашев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Пуццинская радиоастрономическая обсерватория Астрокосмического центра  
Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук  
(ПРАО АКЦ ФИАН)  
serg@prao.ru*

<sup>2</sup>*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова,  
факультет вычислительной математики и кибернетики (ВМК МГУ)  
vtyulb@vtyulb.ru*

Поступила в редакцию 18 мая 2015 г.

**Резюме.** Проведен тестовый поиск пульсаров на склонениях  $21^\circ - 42^\circ$ . Обнаружено 4 новых пульсара. Детали поиска в статье, посылаемой в Астрономический журнал.

**Введение**

С тех пор, как в 1967 году были открыты пульсары [1], поиски новых пульсаров регулярно проводятся как в северном, так и в южном полушарии. Однако лишь немногие из обзоров покрывают площадки, превышающие хотя бы один стерадиан. Из первых обзоров, охватывающих существенную часть неба, можно отметить обзоры Молонгло [2, 3], Джодрелл Бэнк [4, 5], Грин Бэнк [6]. Из последних, все ещё продолжающихся обзоров, отметим обзоры АО 327 МГц (Аресибо [7]), GBNCC (100 метровый радиотелескоп в Грин Бэнк [8]) и обзор LOTAAS (частота 140 МГц, система апертурного синтеза LOFAR [9]). Во всех этих обзорах для покрытия большей части неба требуются многие годы наблюдений. При проведении таких обзоров, как правило, используется небольшое интегральное время накопления. Многократные наблюдения выбранных площадок практически отсутствуют. В то же время известно, что пульсары – это объекты с сильной переменностью, вызванной как внешними (межзвёздные мерцания, см., например, обзор [10]), так и внутренними причинами (вспышечные пульсары: пример такого пульсара [11]). Поэтому при регулярных наблюдениях небесной сферы на уже исследованных ранее площадках могут обнаруживаться новые пульсары.

На радиотелескопе БСА ФИАН проводится ежедневный обзор неба, покрывающий полные сутки по прямому восхождению и  $50^\circ$  по склонению. Нами была предпринята попытка обнаружить новые пульсары в этом обзоре.

**Наблюдения и обработка наблюдений**

Радиотелескоп БСА ФИАН после модернизации, проведённой в 2012 году, имеет эффективную площадь  $45\,000\text{ м}^2$ , полосу частот 2.4 МГц на частоте 111 МГц, 96 лучей,

перекрывающих от  $-8^\circ$  до  $42^\circ$  по склонению, и цифровые приёмники, обеспечивающие наблюдения со всех этих лучей. Наблюдения ведутся в двух режимах. В первом режиме общая полоса наблюдений делится на 6 подполос по 400 кГц, и используется частота опроса 100 мс («короткие данные»). Во втором режиме полоса делится на 32 полосы по 75 кГц при частоте опроса 12.5 мс («длинные данные»). Контроль службы времени осуществляется в начале каждого часа наблюдений. Точность опроса внутри часа определяется точностью кварцевого генератора цифрового приемника. Для поиска пульсаров была взята площадка со склонениями  $21^\circ - 42^\circ$ .

Поиск проводился для пульсаров с периодами от 500 мс по «коротким данным». Всего было обработано 10 дней наблюдений. В ходе поиска проводилось прямое сложение периодов с перебором от 0.5 с до 15 с и перебором мер дисперсии в пределах 0–200 пк/см<sup>3</sup>. Кандидаты в пульсары перепроверялись по «длинным данным». Пульсар считался обнаруженным, если отношение сигнала к шуму было больше 6 и он обнаруживался на двойном периоде не менее 3 дней из 10 обработанных. При этом на графике SNR/DM (наблюдаемое соотношение сигнала к шуму от предполагаемой меры дисперсии) имеется чётко выраженный максимум.

Были обнаружены 29 пульсаров, из них 4 пульсара ранее не были известны (отсутствуют в каталоге **ATNF** [12]). На рисунках ниже приведены усреднённые за один день средние профили пульсаров с двойным периодом. Записи получены при использовании «длинных данных». Точность координат у всех пульсаров составляет  $\pm 30^s$  по прямому восхождению и  $\pm 20'$  по склонению.

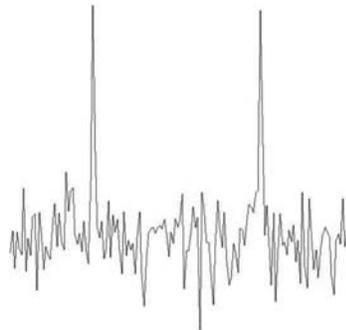


Рис. 1: PSR J0146+3104:  $\alpha_{2000} = 01^h 46^m 15^s$ ;  $\delta_{2000} = 31^\circ 04'$ ; DM=24–26 пк/см<sup>3</sup>;  $P = 0.9381$  с.

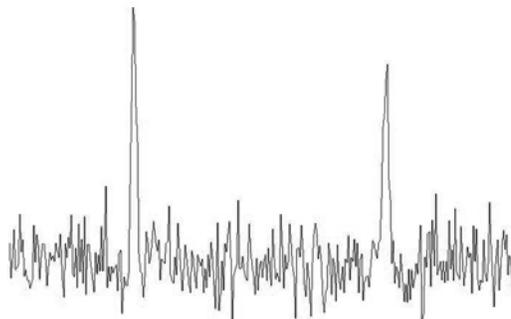


Рис. 2: PSR J0928+3037:  $\alpha_{2000} = 09^h 28^m 43^s$ ;  $\delta_{2000} = 30^\circ 37'$ ; DM=20–24 пк/см<sup>3</sup>;  $P = 2.0919$  с.

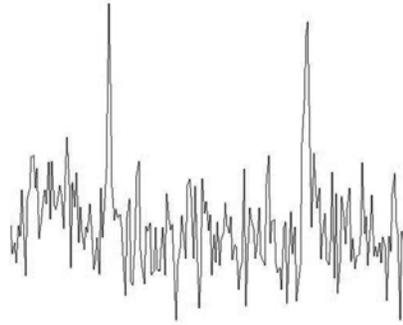


Рис. 3: PSR J1242+3938:  $\alpha_{2000} = 12^{\text{h}}42^{\text{m}}34^{\text{s}}$ ;  $\delta_{2000} = 39^{\circ}38'$ ;  $DM=25\text{--}27$  пк/см<sup>3</sup>;  $P = 1.3100$  с.

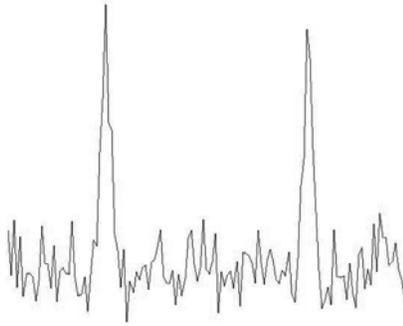


Рис. 4: PSR J1721+3524:  $\alpha_{2000} = 17^{\text{h}}21^{\text{m}}57^{\text{s}}$ ;  $\delta_{2000} = 35^{\circ}24'$ ;  $DM=19\text{--}25$  пк/см<sup>3</sup>;  $P = 0.8219$  с.

## Обсуждение результатов и заключение

Таким образом, нами обработана половина доступной по склонениям площади. При этом обработано 10 дней из доступных 8 месяцев «коротких данных» в 96 лучах. Искались пульсары с периодами от 500 мс, тогда как доступны наблюдения с «длинными данными», позволяющие искать пульсары с периодами от 60 мс. Отбирались кандидаты в пульсары, имеющие относительно большие отношения сигнала к шуму. При этом обнаружено 4 новых пульсара. В ходе продолжающейся обработки можно ожидать обнаружения десятков новых пульсаров, в том числе и в ранее неоднократно исследованных площадках.

Работа была поддержана грантом РФФИ 14-07-00870 и Программой ОФН «Переходные и взрывные процессы в астрофизике».

## Список литературы

- [1] Hewish A., Bell S.J., Pilkington J.D.H. et al. *Nature* **217**, 709 (1968).
- [2] Large M.I., Vaughan A.E., *MNRAS* **151**, 277 (1971).
- [3] Manchester R.N., Lyne A.G., Taylor J.H., *MNRAS* **185**, 409 (1978).
- [4] Davies J.G., Lyne A.G., Seiradakis J.H., *Nature* **240**, 229 (1972).
- [5] Davies J.G., Lyne A.G., Seiradakis J.H., *Nature Phys. Sci.* **244**, 84 (1972).
- [6] Damashek M., Taylor J.H., *ApJ* **225**, L31 (1978).
- [7] Deneva J. S., Stovall K., McLaughlin M.A. et al., *ApJ* **775**, 51 (2013).
- [8] Boyles J., Lynch R.S., Ransom S.M. et al., *ApJ* **763**, 80 (2013).
- [9] Coenen T., PhD thesis (2013).
- [10] Rickett B.J., *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* **15**, 479 (1977).
- [11] Сулейманова С.А., Извекова В.А., *Астрон. журн.*, **61**, 53 (1984).
- [12] <http://www.atnf.csiro.au/people/pulsar/psrcat/> (ATNF база данных пульсаров)

### The discovery of new pulsars with the BSA LPI radio telescope. I.

S.A. Tyul'bashev<sup>1</sup>, V.S. Tyul'bashev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Pushchino Radio Astronomy Observatory of Astro Space Center  
of Lebedev Physics Institute (PRAO ASC LPI)*

*E-mail: serg@prao.ru*

<sup>2</sup>*Lomonosov Moscow State University,  
Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics*

*E-mail: vtyulb@vtyulb.ru*

Received May 18, 2015

**Abstract.** A test search of pulsars at declinations  $21^\circ - 42^\circ$  has been carried out. Four new pulsars have been detected. Details of the search are given in a paper submitted to *Astronomy Reports*.