

Ю. И. АЛЕКСЕЕВ, В. В. ВИТКЕВИЧ, В. М. МАЛОФЕЕВ

АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫЕ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУБИМПУЛЬСОВ ПУЛЬСАРА CP 1133

(Представлено академиком Н. Г. Басовым 11 II 1972)

Нами проведены сравнения амплитудно-временных и поляризационных характеристик радиоизлучения двух субимпульсов (обозначаемых далее: I — первый по времени прихода субимпульс, II — второй по времени прихода субимпульс) пульсара CP 1133. У этого пульсара не наблюдается «дрейфа» субимпульсов в «окне» импульса (подобно, например, пульсару CP 0808, где такой «дрейф» виден вполне отчетливо ⁽¹⁾), и поэтому анализируется много субимпульсов.

В работе использовались данные наблюдений, проведенных одним из авторов (В.В.) на обсерватории в Аресибо с помощью 1000-футового радиотелескопа (частоты наблюдений 111 МГц, 111,5 МГц, 112 МГц, ширина полосы каждого канала $\Delta f = 500$ кГц; 318 МГц с $\Delta f = 125$ кГц и 606 МГц с $\Delta f = 10$ МГц, постоянная времени всюду одна и та же и равна $\tau = 10$ мсек). Кроме того, наблюдения проводились в г. Пушино на полотно восток — запад крестообразного радиотелескопа ДКР-1000 ФИАН (частота наблюдений 86 МГц, $\Delta f = 70$ кГц, $\tau = 7,5$ мсек) и на поляриметре (частота наблюдений 86 МГц, $\Delta f = 150$ кГц, $\tau = 11$ мсек). В качестве одной антенны поляриметра использовалось полотно восток — запад ДКР-1000 (горизонтальная поляризация), а второй антенной была недавно построенная для такого рода исследований синфазная антенна с 656 волновыми диполями (вертикальная поляризация). Используемые при всех наблюдениях постоянные времени и полосы приема давали возможность надежно разрешать два субимпульса пульсара CP 1133, отстоящих друг от друга в среднем на 30 мсек.

При сравнительно большой выборке импульсов (295 имп) были построены гистограммы распределения амплитуд отдельно для каждого субимпульса (рис. 1). Из их сравнения видно, что у гистограммы для субимпульса II имеется второй максимум на хвосте распределения амплитуд (вблизи $x = 14-15$ относительных единиц). Таким образом, гистограмма субимпульса II показывает заметное отклонение от нормального распределения амплитуд с избытком большого количества субимпульсов повышенной амплитуды, в то время как у субимпульса I такого явления не наблюдается. Этот эффект избытка импульсов большой амплитуды, впервые обнаруженный у PP 0943 ⁽²⁾, наблюдался также и у пульсара AP 0531 ⁽³⁾. Для нескольких сеансов наблюдений (в Аресибо и в Пушино) отношение средних амплитуд субимпульсов II и I равно 1,6.

Коэффициент корреляции амплитуд ρ , вычисленный для последовательностей амплитуд субимпульсов I и II на частоте 111,5 МГц, оказался мал (0,24). Примерно такой же величины оказались коэффициенты корреляции и на других частотах наблюдений. В то же время для последовательностей амплитуд субимпульса I на весьма сильно разнесенных волнах наблюдается хорошая корреляция ($\rho^{I,I}(I_{111,5}, I_{112}) = 0,76$, $\rho^{I,I}(I_{111,5}, I_{318}) = 0,6$), то же самое наблюдается и для субимпульса II ($\rho^{II,II}(I_{111,5}, I_{112}) = 0,92$, $\rho^{II,II}(I_{111,5}, I_{318}) = 0,66$). Хорошая корреляция говорит о широкополосности процесса излучения каждого субимпульса.

Далее исследовался энергетический спектр флуктуаций интенсивности, который имеет заметно различный вид для последовательности амплитуд первых и вторых субимпульсов (рис. 2). По оси абсцисс отложена частота в единицах частоты Найквиста $f = 1/(2P_1)$, где P_1 — период пульсара (принят за единицу времени), по оси ординат отложена относительная плотность энергии. В спектре субимпульса II на отдельных частотах наблюдаются максимумы, говорящие о присутствии квазипериодического процесса во временных вариациях интенсивности этого субимпульса. Мак-

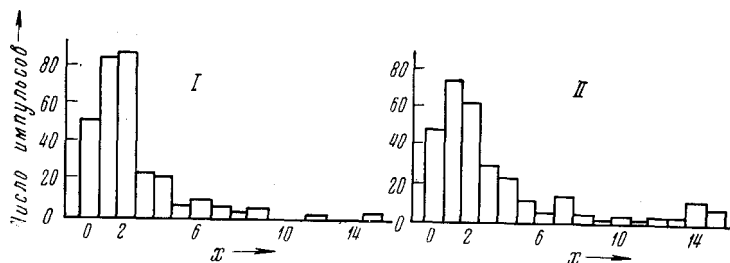


Рис. 1. Гистограммы амплитуд субимпульсов I и II (111,5 МГц). По оси абсцисс отложены значения амплитуд в относительных единицах, по оси ординат — количество субимпульсов

симумы соответствуют периодам $6,6P_1$ и $21P_1$ на частоте наблюдения 111,5 МГц, $7P_1$ и $24,4P_1$ на частоте 318 МГц. На энергетических спектрах субимпульса I четко выраженных особенностей нет. Весьма различные энергетические спектры показывают субимпульсы I и II также на частотах 606 МГц и 86 МГц (Пушино).

Поляризационные измерения (рис. 3), проведенные на частоте 86 МГц, привели к следующим выводам. Субимпульсы имеют высокую степень линейной поляризации, которая изменяется в пределах от $0,4 \pm 0,1$ до $0,85 \pm 0,1$. Ориентация вектора линейной поляризации двух субимпульсов

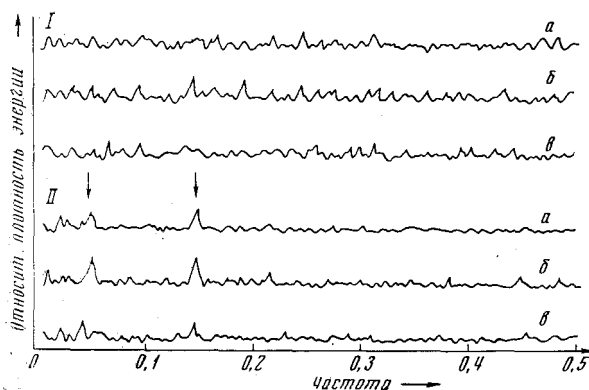
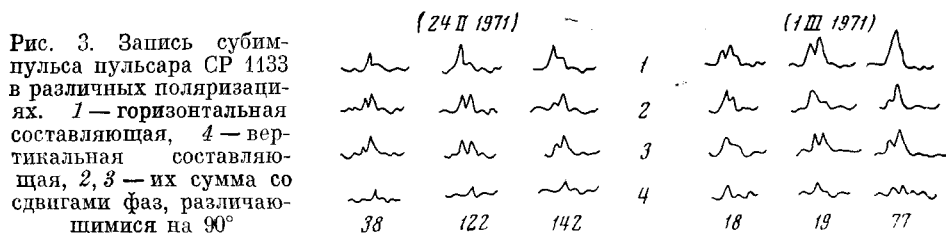


Рис. 2. Энергетические спектры амплитуд субимпульсов I и II (а — 111,5 МГц, б — 112 МГц, в — 318 МГц). Стрелками показаны явные особенности в спектрах. Спектральное частотное разрешение — 0,0034 цикла за период пульсара

существенно отлична и во многих случаях различие близко к 90° , что подтверждает ранее сделанные измерения, например, в работах ⁽⁴⁻⁶⁾. Степень круговой поляризации для отдельных субимпульсов достигает значения $0,5 \pm 0,2$. Наблюдаются оба направления вращения, причем часто противоположного знака у субимпульсов I и II одного и того же импульса.

Проведенные выше сопоставления некоторых характеристик радиоизлучения двух субимпульсов пульсара CP 1133, и, в частности, весьма большое различие в их амплитудно-временных и поляризационных характеристиках, приводят нас к выводу о том, что мы имеем дело не с одной

физически единой областью, имеющей распределение интенсивности излучения в соответствии с формой импульса, а с двумя очагами радиоизлучения, обладающими весьма различными параметрами. В пользу такого вывода также говорят данные о различном поведении ширины субимпульсов I и II в зависимости от частоты наблюдения (⁷). Кроме того, еще в работе (¹¹) на основе различия поляризационных характеристик субимпульсов делается предположение о наличии двух радиоизлучающих областей у этого пульсара (CP 1133). Каждая из этих областей излучения (при расположении на экваторе нейтронной звезды) занимает соответственно 3°



для субимпульса I и 4° для субимпульса II с центральным углом между ними $9,4^\circ$. Таким образом, нам представляется установленным наличие двух радиоизлучающих областей у пульсара CP 1133.

Широко распространенная модель пульсара, представляемая в виде схемы «наклонного ротатора» (⁸⁻¹⁰), предполагает, что места наибольшей напряженности магнитного поля соответствуют радиоизлучающим областям пульсара. Из этой схемы видно, что она допускает наличие одного или двух отстоящих на 180° радиоизлучающих очагов. Однако, полученный нами результат говорит скорее в пользу того, что, по крайней мере, пульсар CP 1133 следует рассматривать как объект, имеющий две активные радиоизлучающие области, находящиеся рядом. Близость расположения этих областей друг к другу при различных поляризационных характеристиках говорит скорее в пользу того, что на радиоизлучение оказывает влияние локальное магнитное поле пульсара, а не общее дипольное поле, как это рассматривается в приведенных выше ссылках. В этом смысле близость расположения локальных магнитных полей напоминает схему магнитного поля Солнца с отдельными пятнами, обладающими необыкновенно высоким магнитным полем.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР
Москва

Поступило
3 I 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. И. Алексеев, В. В. Виткевич, Ю. П. Шитов, *Астрономич. циркуляр*, № 495 (1969). ² Ю. И. Алексеев, В. В. Виткевич и др., *ДАН*, **187**, № 5, 1019 (1969). ³ D. B. Campbell, C. Helle, I. M. Rankin, *Nature*, **225**, 527 (1970). ⁴ A. G. Lyne, F. J. Smith, *Nature*, **218**, 124 (1968). ⁵ R. N. Manchester, *Nature*, **228**, 264 (1970). ⁶ Ю. П. Шитов, *Препринт Физич. инст. им. П. Н. Лебедева*, № 27 (1971). ⁷ H. D. Craft, jr., J. M. Comella, *Nature*, **220**, 676 (1968). ⁸ F. Pacini, *Nature*, **216**, 567 (1967). ⁹ F. Pacini, *Nature*, **219**, 145 (1968). ¹⁰ В. Л. Гинзбург, *УФН*, **103**, 393 (1971). ¹¹ A. G. Lyne, B. J. Rickett, *Nature*, **218**, 326 (1968).