

УДК: 524.354.4-7

О ЗАВИСИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ РАДИОПУЛЬСАРОВ ОТ ИХ ВОЗРАСТА

В.Г.МАЛУМЯН, А.Н.АРУТЮНЯН

Поступила 20 октября 2004

Принята к печати 12 января 2005

В работе показано, что величина изменения периодов (производной периодов) излучения пульсаров зависит от их характеристического возраста. С возрастом эти изменения происходят все медленнее. Показано также, что существует зависимость между изменением периода излучения и периодом. Эта зависимость в ходе эволюции пульсаров с возрастом становится теснее.

1. *Введение.* Чтобы понять природу процессов, протекающих в радиопульсарах, очень важно выяснить связи, которые могут иметь место между разными физическими параметрами этих объектов. В частности, в первую очередь необходимо выяснить, как изменяются периоды излучения P и их производные (изменения периодов) dP/dt в ходе эволюции пульсаров. То есть, выявить связь между вышеупомянутыми параметрами и характеристическим возрастом пульсаров.

Характеристические возрасты пульсаров $T = P/2dP/dt$, согласно теории пульсаров, по всей вероятности, являются верхними пределами их истинных возрастов [1,2]. В работе [3] показано, что характеристический возраст пульсаров может служить хорошим индикатором их реального возраста.

2. *Связь между характеристическими возрастными и производными периодов пульсаров.* Для исследования этой связи мы использовали данные о характеристических возрастах и производных периодов излучения dP/dt (изменение периода за 1 секунду выраженное в секундах) из каталога [4]. Пульсары, являющиеся членами двойных или кратных систем, не рассматривались. По своей природе они отличаются от одиночных объектов [5,6]. Пульсары в Магеллановых Облаках также не рассматривались.

Оставшиеся из 1488 объектов 1297 пульсаров из [4] по характеристическому возрасту мы разделили на четыре группы: объекты с $T < 10^6$ лет, $10^6 \leq T < 10^7$ лет, $10^7 \leq T < 10^8$ лет и $T \geq 10^8$ лет.

На рис.1 представлены гистограммы распределения пульсаров по логарифмам производных периода для вышеуказанных четырех возрастных

групп. Средние и медианные значения $\log dP/dt$ пульсаров даны в табл.1.

Как следует из рис.1, распределения dP/dt для пульсаров разных характеристических возрастов существенно отличаются. Это видно также из табл.1. Чем больше характеристический возраст, тем медленнее

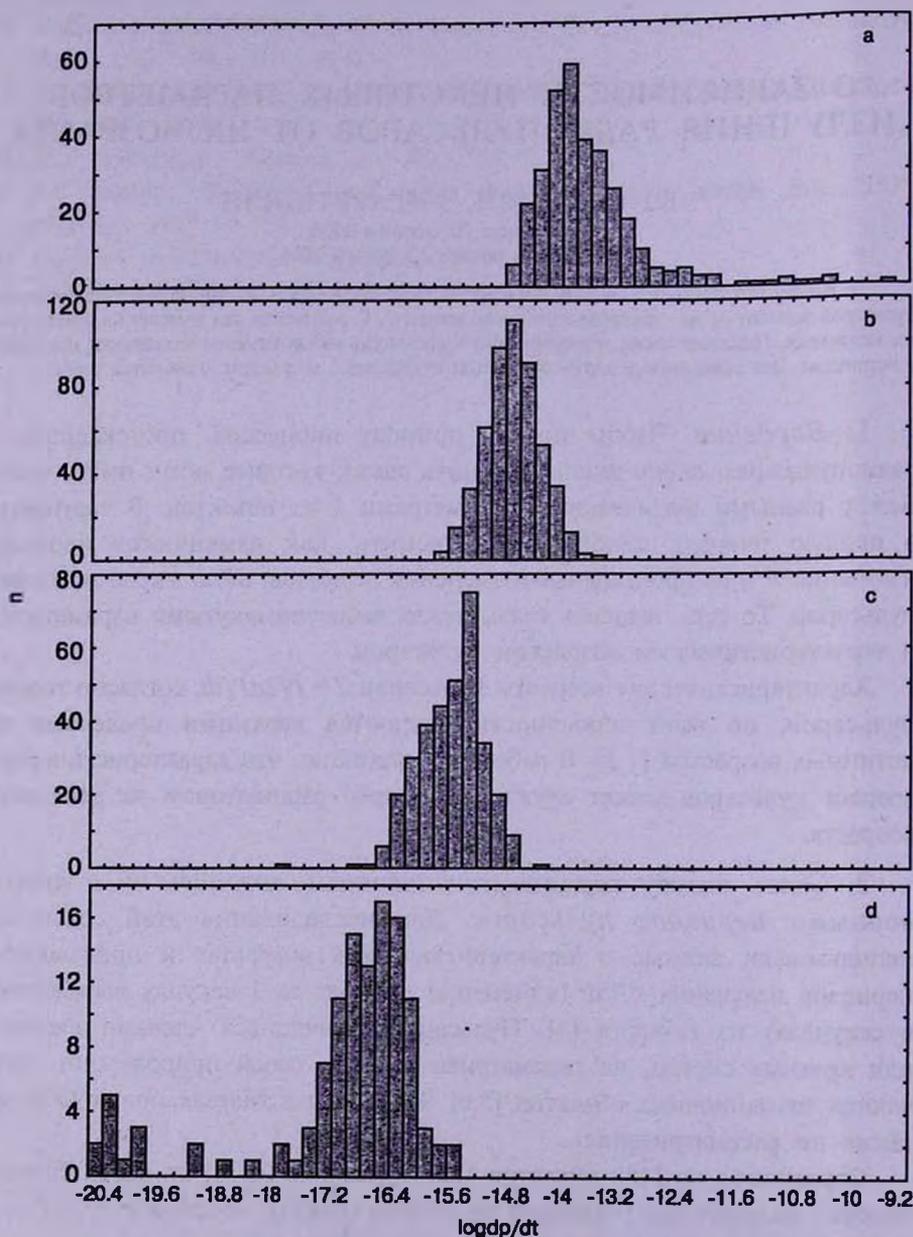


Рис.1. Гистограммы распределения логарифмов производных периодов излучения пульсаров разных характеристических возрастов. а) Пульсары с $T < 10^6$ лет. б) Пульсары с $10^6 \leq T < 10^7$ лет. в) Пульсары с $10^7 \leq T < 10^8$ лет. г) Пульсары с $T \geq 10^8$ лет. На вертикальных осях указаны количества объектов.

Таблица 1

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ЛОГАРИФМОВ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРИОДОВ ПУЛЬСАРОВ РАЗНЫХ ВОЗРАСТОВ

	Количество объектов	$\langle \log dP/dt \rangle$	$(\log dP/dt)_{\text{med}}$
$T < 10^6$ лет	329	-13.44 ± 0.04	-13.64
$10^6 \leq T < 10^7$ лет	518	-14.51 ± 0.02	-14.51
$10^7 \leq T < 10^8$ лет	332	-15.36 ± 0.02	-15.29
$T \geq 10^8$ лет	118	-16.85 ± 0.11	-16.50

меняются периоды излучения пульсаров.

Производные периодов 283 объектов из 329 пульсаров с $T < 10^6$ лет (86%) находятся в пределах $-14.4 < \log dP/dt \leq -12.8$. Между тем, из группы пульсаров с $10^6 \leq T < 10^7$ лет в этих пределах заключены 196 объектов (37.8%), а из группы пульсаров с $10^7 \leq T < 10^8$ лет - всего один (0.3%). В вышеуказанных пределах $\log dP/dt$ нет ни одного пульсара с $T \geq 10^8$ лет. Производные периодов излучения свыше 80% пульсаров этой группы сосредоточены в интервале $-17.2 < \log dP/dt \leq -15.4$.

Таким образом, величины производных периодов также могут служить грубыми индикаторами возрастов пульсаров.

3. *Связь между периодами излучения и их производными для пульсаров разных возрастов.* Мы исследовали также связь $\log dP/dt - \log P$ для пульсаров разных возрастных групп.

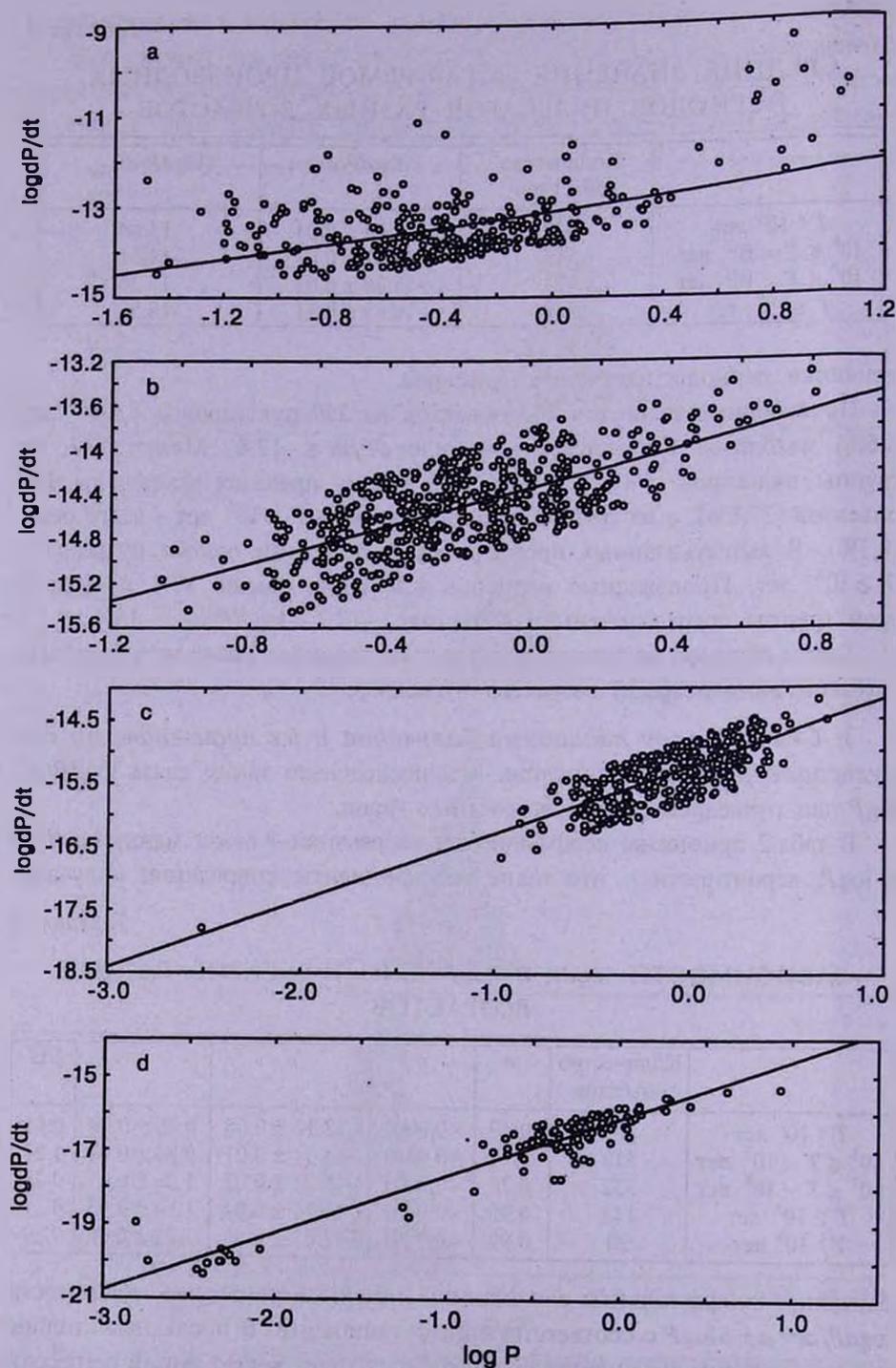
В табл.2 приведены коэффициенты корреляций r связи между $\log dP/dt$ и $\log P$, вероятности p , что такие коэффициенты корреляций получены

Таблица 2

ЗАВИСИМОСТИ $\log dP/dt - \log P$ ДЛЯ ПУЛЬСАРОВ РАЗНЫХ ВОЗРАСТОВ

	Количество объектов	r	p	a	b	SD
$T < 10^6$ лет	329	0.49	< 0.0001	-13.12 ± 0.05	0.86 ± 0.08	0.66
$10^6 \leq T < 10^7$ лет	518	0.70	< 0.0001	-14.34 ± 0.01	0.84 ± 0.04	0.27
$10^7 \leq T < 10^8$ лет	332	0.78	< 0.0001	-15.24 ± 0.02	1.06 ± 0.05	0.28
$T \geq 10^8$ лет	118	0.95	< 0.0001	-16.14 ± 0.04	1.54 ± 0.05	0.37
$T > 10^9$ лет	20	0.99	< 0.0001	-17.08 ± 0.08	1.23 ± 0.05	0.19

случайно, коэффициенты a и b линий линейной регрессии зависимости $\log dP/dt = a + b \log P$ с соответствующими ошибками. В последнем столбце таблицы указаны средние значения разброса точек вокруг линий регрессий SD. В последней строке таблицы даны значения этих величин для пульсаров с $T > 10^9$ лет. Зависимости $\log dP/dt - \log P$ показаны на рис.2.



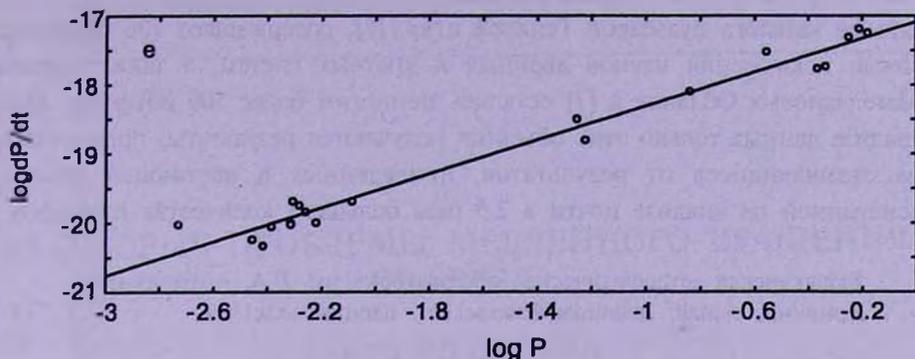


Рис.2. Зависимости $\log dP/dt - \log P$ для пульсаров разных характеристических возрастов. а) Пульсары с $T < 10^6$ лет. б) Пульсары с $10^6 \leq T < 10^7$ лет. в) Пульсары с $10^7 \leq T < 10^8$ лет. д) Пульсары с $T \geq 10^8$ лет. е) Пульсары с $T > 10^9$ лет. Прямые представляют линии линейных регрессий зависимостей $\log dP/dt - \log P$.

Из табл.2 и рис.2 следует, что в ходе эволюции, с возрастом, связь между $\log dP/dt$ и $\log P$ становится все теснее. Если у "молодых" пульсаров ($T < 10^6$ лет) корреляция между производными периодов излучения и периодами излучения довольно слабая ($r=0.49$, $p < 0.0001$), то у "старых" объектов ($T \geq 10^8$ лет, $T > 10^9$ лет) она уже очень тесная ($r > 0.9$, $p < 0.0001$). Из данных табл.2 также следует, что с возрастом, в среднем, увеличивается наклон (угловой коэффициент b линии регрессии) зависимости $\log dP/dt$ от $\log P$.

4. *Выводы.* В настоящей работе исследована связь между параметрами излучения пульсаров и зависимость производных периодов излучения этих объектов от их характеристических возрастов. Получены следующие результаты:

а) Величина изменения периодов излучения (производных периодов dP/dt) пульсаров зависит от их характеристического возраста. С возрастом эти изменения происходят все медленнее. Величина изменения периодов излучения пульсаров в какой-то мере может служить индикатором их возраста.

б) Выявлена связь между величиной изменения периода dP/dt и периодом P . Для молодых пульсаров она слабая. В ходе эволюции, с возрастом, связь между производными периодов и периодами становится теснее. Если у "молодых" ($T < 10^6$ лет) пульсаров коэффициент корреляции зависимости $\log dP/dt - \log P$ всего 0.49 ($p < 0.0001$), то у "старых" ($T \geq 10^8$ лет, $T > 10^9$ лет) пульсаров коэффициент корреляции уже приближается к единице ($p < 0.0001$). Так как у пульсаров, как было показано выше, величина изменения периода излучения с возрастом уменьшается, то можно сказать, чем меньше величина изменения периода излучения пульсаров, тем теснее связь между нею и периодом.

В заключение следует отметить, что авторы также отдельно рассмотрели

данные каталога пульсаров Тейлора и др. [7], содержащего 706 объектов. После исключения членов двойных и кратных систем, а также членов Магеллановых Облаков в [7] остались немногим более 500 объектов. При анализе данных только этих объектов получаются результаты, практически не отличающиеся от результатов, приведенных в настоящей работе, основанной на анализе почти в 2.5 раза большего количества пульсаров.

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А. Амбарцумяна,
Армения, e-mail: malumian@bao.sci.am, harart@bao.sci.am

ON DEPENDENCE OF SOME PARAMETERS OF RADIO PULSARS RADIATION ON THEIR AGE

V.H.MALUMIAN, A.N.HARUTYUNYAN

It has been shown that the magnitudes of variation of pulsars radiation periods (derivatives of periods) depend on their characteristic ages. These variations become slower with the age. It has been shown that a dependence between variations of radiation periods and periods is present as well. This dependence becomes tighter during the evolution of pulsars.

Key words: *pulsars: radiation: evolution: parameters*

ЛИТЕРАТУРА

1. *Р.Манчестер, Дж.Тейлор*, Пульсары, Мир, М., 1980.
2. *J.H.Taylor, R.N.Manchester*, *Astrophys. J.*, 215, 885, 1977.
3. *Т.Г.Мдзинаришвили, Г.И.Меликидзе, Р.М.Дзигвашвили*, *Астрофизика*, 47, 37, 2004.
4. <http://www.atnf.csiro.au/research/pulsar/catalogue/>.
5. *И.С.Шкловский*, Сверхновые звезды, Наука, М., 1976.
6. *F.Camilo, S.E.Thorset, S.R.Kulkarni*, *Astrophys. J.*, 421, L15, 1994.
7. *J.H.Taylor et al.*, *Catalog of 706 pulsars*, 1995.