

Таблица 5 (окончание)

ПСР	β_1	ПСР	β_1	ПСР	β_1	ПСР	β_1	ПСР	β_1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1844-04	8,2	1907+12	9,8	1924+16	20,3	1952+29	10,8	2151-56	10,0
1845-19	17,2	1910+20	30,6	1924+14	4,4	1953+50	36,9	2152-31	21,8
1845-01	10,3	1911+13	20,5	1925+22	7,1	2002+31	43,4	2154+40	8,8
1846-06	18,9	1911-04	60,7	1926+18	16,5	2003-08	5,2	2217+47	32,6
1851-79	10,2	1913+167	20,4	1929+10	19,5	2016+28	24,8	2224+65	6,0
1851-14	21,6	1913+10	6,3	1929+20	14,6	2020+28	22,2	2303+30	30,2
1857-26	7,6	1913+16	12,3	1930+22	17,7	2021+51	15,4	2310+42	24,1
1859+03	9,7	1914+09	19,0	1933+16	33,6	2025+21	10,3	2315+21	26,6
1900+05	11,2	1915+13	32,2	1937-26	36,3	2028+22	16,3	2319+60	8,0
1900+01	23,7	1916+14	17,2	1940-12	34,7	2043-04	26,4	2321+61	14,2
1900-06	10,8	1917+00	23,1	1941-17	16,6	2044+15	16,2	2323+63	5,2
1905+39	13,0	1918+19	5,9	1942-00	11,6	2045-16	12,2	2324+60	9,6
1907+00	67,6	1919+14	13,6	1943-29	31,2	2048-72	8,2	2327-20	28,3
1907+02	30,5	1919+21	21,5	1944+22	16,2	2053+36	9,7	2351+61	13,7
1907+10	31,0	1920+21	19,6	1944+17	9,7	2111+46	4,8		
1907+03	2,8	1922+20	10,6	1946-25	38,5	2113+14	26,4		
1907-03	24,2	1923+04	24,6	1946+35	12,5	2123-67	9,1		

С помощью формулы (9) можно сделать оценки для всех пульсаров с известными значениями W_{10} . Однако использование новых данных по ширинам профилей требует учёта многих перечисленных выше факторов и потому мы ограничимся здесь лишь ранее вычисленными значениями угла β_1 .

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ПОЗИЦИОННОГО УГЛА ПОЛЯРИЗАЦИИ

В случае излучения кривизны электрический вектор лежит в плоскости магнитной силовой линии, а само излучение поляризовано параллельно проекции оси магнитного диполя. Из рис. 49 следует, что зависимость позиционного угла ψ плоскости поляризации от долготы Φ может быть представлена в виде [38]

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\sin \beta \sin \Phi}{\sin \zeta \cos \beta - \cos \zeta \sin \beta \cos \Phi}. \quad (10)$$

В работе [205] использовано максимальное значение позиционного угла, которое достигается на центральном меридиане ($\Phi = 0$) и равно

$$(d\psi/d\Phi)_{\max} = \frac{\sin\beta}{\sin(\zeta - \beta)}. \quad (11)$$

Имея второе уравнение для углов β и ζ , можно отказаться от предположения о равенстве этих углов и вычислить более точные значения β . При этом необходимо сделать два уточнения по сравнению с работой [205].

1) В [205] использовано соотношение (4), а постоянная A была определена по нижней границе диаграммы $W_{10}(P)$. Однако, если в [203] отличие наблюдаемой ширины профиля от реальной ширины конуса излучения по сделанному там предположению полностью определялось видимым уширением диаграммы вследствие её приближения к полюсу вращения, то здесь кроме эффекта уширения следует учитывать уменьшение ширины из-за того, что луч зрения проходит не по центру конуса, а сечёт его по краю. Поскольку заранее не известно, каков вклад этих эффектов, будем считать их равными и определим зависимость $\theta(P)$ прямой, вписанной в массив $W_{10}(P)$ по методу наименьших квадратов. Для частоты 400 МГц это даёт [204]

$$\bar{\theta} = \frac{\bar{W}_{10}}{2} = 9,3^\circ P^{-0,36}. \quad (12)$$

Оценки углов, полученные в [205], в силу указанных причин следует рассматривать как нижние пределы для этих углов.

2) Значения $(d\psi/d\Phi)_{\max}$ в [205] вычислялись по данным на разных частотах. Однако они, вообще говоря, могут изменяться с частотой [204, 206].

Здесь мы будем вычислять β только по приведённым в работах [206, 207] уточнённым значениям $(d\psi/d\Phi)_{\max}$ на частоте 400 МГц. Введём обозначения

$$(d\psi/d\Phi)_{\max} = C, \quad \cos\bar{\theta} = B, \quad \cos(W_{10}/2) = D \quad (13)$$

и запишем исходную систему уравнений в виде

$$\begin{aligned} \sin\beta &= C \sin(\zeta - \beta), \\ B &= \cos\beta \cos\zeta + D \sin\beta \sin\zeta. \end{aligned} \quad (14)$$

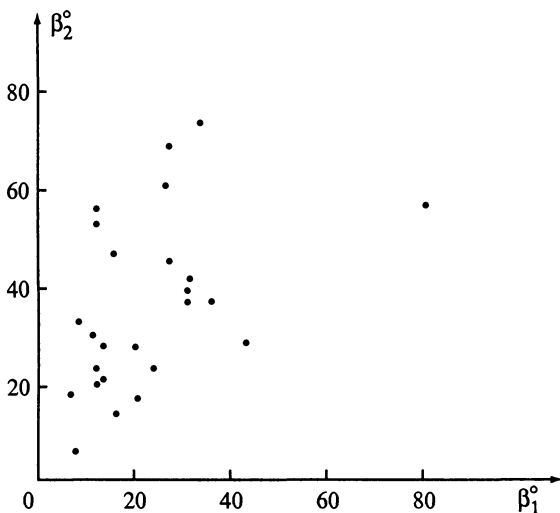


Рис. 51. Сравнение углов β_1 и β_2 для 25 пульсаров

После преобразований получим

$$C^2(1-D^2)y^4 + 2C(1-D)y^3 + [1+2DC^2(1-D)]y^2 + 2C(D-B^2)y + D^2C^2 - B^2(1+C^2) = 0, \quad (15)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{C\sqrt{1-y^2}}{1+Cy},$$

где $y = \cos \zeta$.

Как отмечено в работе [204], знак производной $(d\psi/d\Phi)_{\max}$ по одним наблюдениям в пределах главного импульса определить нельзя. Поэтому необходимо решать систему уравнений (15) при $C > 0$ и при $C < 0$ (заменив в последнем случае в обоих уравнениях C на $-C$). Вычисленные таким способом значения β_2 и ζ_2 приведены в табл. 6. Величины, полученные при $C < 0$, указаны в таблице в скобках. Следует подчеркнуть, что решение системы (15) существует не при любых значениях B , C и D , полученных из наблюдений. Это может означать, что в ряде пульсаров рассмотренная здесь модель, описывающая поведение позиционного угла, не работает. Что касается вычисленных значений угла β_2 , то для большей части пульсаров они превышают значения β_1 (рис. 51). Так и должно быть, поскольку, как уже отмечалось, β_1 – нижние оценки реального угла наклона. Для двух пульсаров PSR B0959–54 и 1933+16 полученные значения β_2 свидетельствуют о больших углах наклона, а пульсар PSR B0031-07 представляет собой почти соосный ротор. У двух пульсаров

Таблица 6
Значения углов β_2 и ζ_2 (в градусах) для 65 пульсаров (ПСР)

ПСР	β_2				ζ_2				$\bar{\beta}_2$
	400 МГц	640 МГц	1600 МГц	2700 МГц	400 МГц	640 МГц	1600 МГц	2700 МГц	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0031-07	2,8		0,4		5,6		2,3		1,6
0301+19	54,7 (53,6)		51,8 (52,8)	11,8 (25,1)	57,4 (50,9)		55,8 (48,7)	13,0 (22,5)	53,2
0525+21	34,5 (34,0)		46,9 (46,7)	18,4 (24,3)	35,6 (33,0)		48,5 (45,2)	19,2 (23,2)	40,7
0540+23	21,1		14,2	0,1	34,2		20,6	0,5	17,6
0611+22	45,7 (29,9)		55,4 (52,1)	11,1 (20,7)	58,2 (21,2)		62,3 (45,5)	14,0 (15,2)	50,6
0628-28	10,7	8,2	10,8		13,8	10,4	13,7		9,9
0740-28		24,2 (28,0)	60,0 (52,2)	19,5 (29,1)		36,0 (14,4)	66,1 (46,6)	22,4 (25,0)	42,1
0809+74			9,8				13,6		9,8
0818-13		50,6 (51,2)				56,6 (45,3)			50,6
0823+26				57,6 (58,2)				59,8 (56,0)	
0833-45	12,7 (5,1)		62,5 (42,5)		34,3 (3,4)		69,9 (36,8)		37,6
0835-41	60,5 (31,4)				70,3 (30,2)				60,5
0940-55			8,4				12,8		8,4
0943+10	21,0				27,8				21,0
0950+08	21,1		6,4		33,3		11,7		13,8
1055-52		14,3				23,2			14,3
1112+50			29,7 (30,3)				36,7 (23,2)		29,7
1133+16	67,6 (75,2)	59,6 (55,3)	64,4 (51,2)		73,8 (68,7)	65,3 (49,8)	70,6 (45,9)		63,9
1154-62		19,0				26,5			19,0
1221-63		66,2 (70,0)	61,8 (57,4)			75,0 (61,0)	64,9 (54,4)		64,0
1237+25		73,8 (61,9)				76,1 (59,8)			73,8
1240-64		40,2 (43,2)				48,3 (34,7)			40,2
1323-62			78,3 (67,5)				80,0 (65,9)		78,3

Таблица 6 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1353-62			25,0 (33,2)				28,4 (28,7)		25,0
1426-66			66,8 (43,1)				72,9 (38,6)		66,8
1449-64	11,6 (10,0)	37,2 (33,4)			28,2 (4,4)	48,8 (22,8)			24,4
1451-68	31,3 (39,7)	28,7 (35,8)			40,4 (28,6)	34,2 (29,1)			30,0
1508+55			70,7 (16,8)	23,7 (30,3)			76,5 (15,0)	26,9 (27,6)	70,7
1530-53		77,3 (63,1)				79,2 (61,3)			77,3
1556-44		51,8 (45,8)				60,8 (37,5)			51,8
1558-50		63,0 (55,2)				57,8 (50,8)			63,0
1557-50			44,8 (44,8)			52,8 (36,8)			44,8
1642-03	50,7 (11,0)	59,8 (32,0)	27,9 (31,0)		63,5 (7,9)	69,7 (25,9)	35,6 (22,6)		46,1
1700-32		52,2 (51,2)				54,0 (49,4)			52,2
1706-16	60,7 (27,1)				70,3 (22,1)				60,7
1727-47		67,4 (40,1)	72,6 (75,3)			73,4 (35,9)	77,6 (70,2)		70,0
1742-30		36,4 (33,4)				39,8 (30,3)			36,4
1747-46		49,9 (61,1)	49,4 (49,7)			54,7 (55,6)	55,9 (43,2)		49,6
1749-28	58,7 (15,3)	31,7 (29,4)	36,0 (47,9)		69,7 (11,9)	40,8 (20,9)	40,2 (42,6)		40,1
1822-09		7,4	12,4			13,6	17,7		9,9
1845-01		21,8 (37,1)	35,6 (41,4)			26,7 (29,0)	39,9 (36,6)		28,7
1853+03		17,0 (37,6)				21,8 (27,6)			17,0
1900+01	22,8 (24,3)	66,6 (31,7)	29,5 (30,8)		32,5 (14,0)	73,5 (27,6)	37,6 (23,0)		39,6
1907+02	35,7				27,3				35,7
1907+10	41,6 (19,4)				55,3 (12,6)				41,6

Таблица 6 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1911-04				23,8 (29,0)				26,4 (25,8)	
1915+13			30,2 (38,6)				34,9 (32,8)		30,2
1919+14	44,4 (40,3)				36,4 (47,7)				44,4
1919+21	26,1 (28,4)				33,8 (20,1)				26,1
1920+21	65,7 (35,6)				72,8 (31,1)				65,7
1924+16	16,8				27,1				16,8
1929+10	22,9		13,1	2,4	37,0		21,2	4,2	18,0
1933+16	51,4 (19,3)				63,9 (14,0)				51,4
1944+17			0,4 (3,0)				2,1 (12,3)		0,4
1946+35			26,6 (30,1)	14,5 (26,2)			29,4 (27,0)	15,9 (23,7)	26,6
1952+29			16,2 (34,1)				22,0 (22,6)		16,2
2016+28	42,6 (57,4)				49,0 (49,3)				42,6
2021+51	46,9 (46,6)		29,8 (34,6)	8,9 (21,3)	55,1 (38,4)		36,8 (25,7)	11,2 (15,8)	38,4
2045-16	57,6 (56,1)	53,6 (53,3)	62,7 (60,4)	20,7 (26,7)	59,0 (54,4)	55,5 (51,4)	64,4 (58,8)	21,8 (25,3)	58,0
2148+63			46,1 (48,7)				51,1 (43,5)		46,1
2154+40			29,7 (36,6)				32,2 (32,3)		29,7
2217+47			69,8 (11,5)	24,2 (30,6)			76,1 (10,2)	25,9 (28,5)	69,8
2303+30	66,8 (35,9)		65,6 (48,2)		74,0 (31,3)		72,5 (42,6)		66,2
2319+60			30,1 (37,9)				33,9 (33,2)		30,1
2324+60			26,6 (37,3)				31,3 (31,0)		26,6

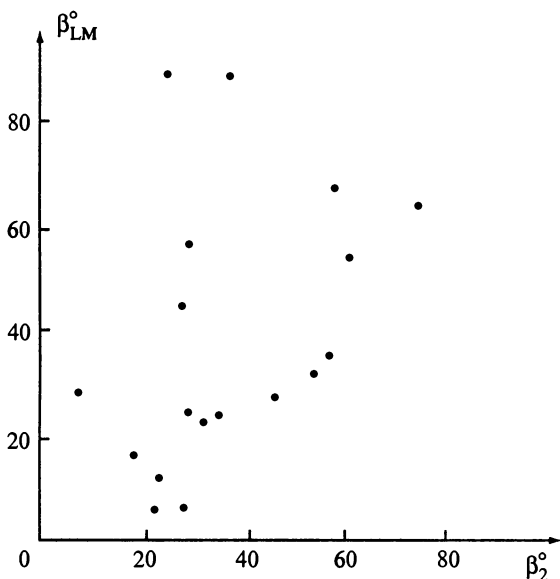


Рис. 52. Сравнение углов β , полученных Лайном и Манчестером [151], с углами β_2

(PSR B1642-03 и 1749-28) $\beta_2 < \beta_1$. Этот результат может объясняться тем обстоятельством, что эффект от прохождения луча зрения вне оси конуса излучения в этих пульсарах, по-видимому, меньше, чем эффект приближения всего конуса к оси вращения, и значение константы в соотношении (12), вероятно, меньше, чем принятая величина $9,3^\circ$.

В работе [151] использована методика, аналогичная описанной в работе [205]. На основе уравнений (11) и (1), которые могут быть переписаны в используемых здесь обозначениях в виде

$$\sin^2 \frac{\theta}{2} = \sin^2 \frac{\Phi_P}{2} \sin \beta \sin \zeta + \sin^2 \frac{\zeta - \beta}{2}, \quad (16)$$

$$\theta = 6,5^\circ P^{-1/3}, \quad (17)$$

в этой работе вычислены значения β и $\zeta - \beta$. Уравнение (17) описывает положение нижней границы на диаграмме $\theta_{90}(P)$, где значения θ_{90} получены из (1) и (11) в предположении $\beta = 90^\circ$. При вычислениях и анализе полагалось, что $(d\psi/d\Phi)_{\max}$ и ширина конуса θ не зависят от частоты. Ни то, ни другое, вообще говоря, не соответствует наблюдательным данным (по крайней мере, для части пульсаров [206, 207]). Поэтому определённые в [151] значения углов нуждаются в коррекции. Тем не менее эти значения показывают заметную корреляцию с величинами β_2 из [204] (рис. 52).