5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ БЕЗ ПРИВЛЕЧЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

В работе [131] было предложено определять значения углов β и ζ без привлечения модельных представлений, а только на основе наблюдаемых значений $(d\psi/d\Phi)_{max}$ и вида среднего профиля. При этом предполагалось

$$|\zeta-\beta|=\begin{cases}\theta/10 \text{ при } \delta=I_0/I_{max}<0{,}1,\\ \theta/4 \quad \text{при} \quad 0{,}1\le\delta<0{,}3,\\ \theta/2 \quad \text{при} \quad 0{,}3\le\delta<0{,}7,\\ 3\theta/4 \text{ при } \quad 0{,}7\le\delta<0{,}1,\end{cases} \tag{22}$$

где δ – отношение интенсивности I_0 в центре среднего профиля к максимальной интенсивности I_{max}.

Совершенно очевидно, что предложенное представление $|\zeta-\beta|$ через некую часть угла θ в зависимости от δ произвольно. Возможно дробление интервала $\delta = 0 \div 1$ и на большее число частей. Можно также по наблюдаемому виду профиля оценить значение угла α:

$$\alpha=\begin{cases}10^\circ \text{ при } \delta<0{,}1,\\ 30^\circ \quad \text{при} \quad 0{,}1\le\delta<0{,}3,\\ 50^\circ \quad \text{при} \quad 0{,}3\le\delta<0{,}7,\\ 75^\circ \text{ при } \quad 0{,}7\le\delta\le0{,}1.\end{cases} \tag{23}$$

Тогда, как следует из рис. 55,

$$\zeta-\beta=\theta\sin\alpha. \tag{24}$$

Это соотношение аналогично соотношениям (22) с другими значениями коэффициента x в выражении

$$\zeta-\beta=x\,\theta \tag{25}$$

(x в обоих случаях зависит только от δ). Поэтому в дальнейшем исследуем процедуру оценки углов β, ζ и θ на основе представлений (22).

Уравнения (1), (11) и (22) составляют замкнутую систему для определения β, ζ и θ. Например, при $\zeta-\beta = \theta/2$ эта система имеет вид

$$\begin{gathered}\sin\beta = C\sin(\zeta-\beta),\\ \cos\theta = \cos\zeta\cos\beta + D\sin\beta\sin\zeta,\\ \theta = 2(\zeta-\beta),\end{gathered} \tag{26}$$

а её решение сводится к поиску корней уравнения

$$a_5y^5 + a_4y^4 + a_3y^3 + a_2y^2 + a_1y + a_0 = 0, \tag{27}$$

где

$$\begin{gathered}a_5 = 2C^3(1-D)^2,\\ a_4 = C^4(1-D)^2 + C^2(D^2-6D+5)-4,\\ a_3 = 2C\left[C^2(1+D-2D^2)-2-D\right],\\ a_2 = 2DC^4(1-D)-C^2(2D^2-6D+7)+5,\\ a_1 = 2C\left[C^2D^2 + D(1+C^2)-2(C^2-1)\right],\\ a_0 = C^2D^2(1+C^2) = (C^2-1)^2.\end{gathered} \tag{28}$$

Здесь, как и раньше, $y = \cos\zeta$.

Анализ системы (26) показывает, что у неё есть два тривиальных решения:

$$\begin{gathered}1)\ \theta = \zeta = \beta = 0,\\ 2)\ \zeta = \beta = \pi,\ \ \theta = 0,\end{gathered} \tag{29}$$

которые соответствуют $y = \pm 1$. Разделив уравнение (27) на $y^2 - 1$, получим кубическое уравнение

$$b_3y^3 + b_2y^2 + b_1y + b_0 = 0, \tag{30}$$

где

$$\begin{gathered}b_3 = a_5,\\ b_2 = a_4,\\ b_1 = a_3 + a_5 = 2C\left[C^2(2-D-D^2)-2-D\right],\\ b_0 = a_2 + a_4 = C^4(1-D^2)-C^2(2+D^2)+1.\end{gathered} \tag{31}$$

Это уравнение может иметь нетривиальные решения. Возьмём для примера пульсар PSR B0834+06, у которого на частоте 1612 МГц $C = 23{,}1$ и $D = 0{,}9972$. Решение уравнения (30) при этих значениях параметров даёт $\zeta = 86{,}48°$. Затем из системы (26) получаем $\beta = 84{,}01$ и $\theta = 4{,}93°$. При $C < 0$ изменится знак у b_1 и b_3,

Таблица 8

Отношения радиуса конуса излучения к минимальному расстоянию луча зрения относительно центра конуса

PSR	|C|	W_{10}, град	1 : *n*		*N*
			$C > 0$	$C < 0$	
0031–07	1,0	36	1,093–1,063	0,949–0,354	1
0301+19	17,1	18,4	2,993–2,923	2,843–2,917	2
0355+54	2,5	21	1,137–1,105	1,061–1,089	1
0525+21	30,5	22	6,024–5,941	5,836–5,933	2
0540+23	1,6	22	1,074–1,051	1,018–1,033	1
0611+22	3,3	14,2	1,103–1,083	1,057–1,075	1
0628–28	3,4	35	1,544–1,452	1,325–1,414	1
0823+26	21,9	10	2,196–2,157	2,116–2,154	3
0833–45	1,7	86	1,861–1,671	1,283–1,470	1
0834+06	26,1	9,4	2,400–2,363	2,326–2,360	2
0835–41	19	10	1,973–1,937	1,897–1,934	1
0950+08	2,1	27,6	1,173–1,129	1,064–1,101	1
0959–54	8,8	11,4	1,359–1,328	1,294–1,319	1
0943+10	3,0	27	1,289–1,232	1,154–1,208	1
1133+16	10	11,8	1,471–1,437	1,398–1,430	2
1449–64	4,8	14	1,189–1,161	1,128–1,153	1
1451–68	3,3	43	1,724–1,606	1,435–1,555	3
1508+55	16,7	12,6	2,138–2,092	2,041–2,088	3
1642–03	7,7	8	1,152–1,136	1,118–1,133	1
1706–16	5,5	13	1,208–1,180	1,148–1,173	1
1747–46	29,3	12	3,274–3,228	3,176–3,223	2
1749–28	7,3	8	1,138–1,123	1,107–1,120	1
1818–04	11,3	10,3	1,457–1,426	1,393–1,421	1
1900+01	2,3	17	1,080–1,060	1,032–1,048	1
1907+02	4	20	1,268–1,224	1,168–1,211	1
1907+10	2,8	14	1,076–1,059	1,037–1,051	1
1919+14	3	25	1,252–1,202	1,134–1,181	1
1920+21	13,5	14	1,979–1,930	1,875–1,925	2
1924+16	1,6	17	1,045–1,031	1,011–1,020	1
1933+16	5	12	1,153–1,130	1,104–1,124	1
1929+10	1,9	23,5	1,109–1,079	1,035–1,057	1
2021+51	5,1	17,7	1,319–1,276	1,224–1,264	2
2045–16	34	19	5,800–5,726	5,636–5,719	3
2016+28	9	13,5	1,499–1,459	1,414–1,452	2
2303+30	10	7,7	1,223–1,208	1,185–1,202	1

Примечание. N – число компонентов профиля импульса.

и решение уравнения (30) будет иным: $\zeta = 29{,}64$, $\beta = 30{,}92°$ и $\theta = 2{,}56°$.

Уравнения, аналогичные уравнению (22), могут быть записаны для $x = 1/10$, $1/4$, $3/4$ и других. Однако можно указать универсальный метод решения системы (26) при любом значении x. Алгоритм его таков. Сначала строится зависимость $\beta(\zeta)$, определяемая первым уравнением системы (26). Затем строятся кривые $\theta\ (\zeta, \beta)$, соответствующие второму и третьему уравнению этой системы при парах значений β и ζ из первого уравнения, и ищется точка их пересечения, которая и определит решение, т.е. значения β, ζ и θ, удовлетворяющие всем трём уравнениям. Например, для пульсара PSR B0834+06 получим решение $\theta = 4{,}9°$, $\beta = 83{,}7°$ и $\zeta = 86{,}2°$, которое практически совпадает с полученным выше.

Для того, чтобы применять описанную в этом разделе методику, необходимо точно знать значение x (не при любом x исследуемая система имеет решение). Как показал дополнительный анализ, для существования решения значение x должно быть известно с большой точностью. Поэтому можно решить обратную задачу: по наблюдаемым величинам C и D определить то угловое расстояние, на котором луч зрения проходит относительно центра конуса излучения. В табл. 8 приведены вычисленные значения $n = 1/x$ для $C > 0$ и $C < 0$ при $\zeta = 5° \div 90°$. Как и следовало ожидать, у пульсаров с однокомпонентными профилями луч зрения проходит по краю конуса излучения ($x \geqslant 0{,}5$), а у пульсаров со сложными импульсами $x < 0{,}5$. Табл. 8 показывает также, что при изменении ζ от 5° до 90° значение n изменяется очень мало (не более чем на несколько процентов). Следовательно, в рамках принятой модели с такой точностью описанная методика даёт возможность определить минимальное расстояние луча зрения от центра конуса излучения в долях радиуса полярной шапки на данном уровне.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА β ДЛЯ ПУЛЬСАРОВ С ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМИ ИЗМЕРЕНИЯМИ В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ДОЛГОТ

Для большей части пульсаров радиоизлучение наблюдается в течение малой доли периода ($W \leq 0{,}1P$), т.е. в градусной мере оно занимает по долготе Φ не более 30°. Однако есть пульсары с широкими профилями, протяжённость которых сравнима с периодом (например, PSR B0826–34), а также пульсары с интер-