

УДК 621.317.361

В.Т. Ковальчук, магістр,
П.М. Повідайко к.т.н, доц.

Житомирський інженерно-технологічний інститут

ОЦІНКА МЕТОДИЧНОЇ ПОХИБКИ ВИЗНАЧЕННЯ КУТА ПАДІННЯ
РАДІОХВИЛЬ НЕВЕРТИКАЛЬНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ*Виконаний розрахунок методичної похибки визначення кута падіння радіохвиль невертикальної поляризації для амплітудного методу пеленгування*

Прийняті пеленгатором радіохвилі можуть мати або лінійну (у тому числі вертикальну і горизонтальну), або еліптичну (у тому числі кругову) поляризацію. До лінійно-поляризованих радіохвиль відносяться ті, у яких різниця між фазами вертикальної та горизонтальної складових дорівнює 0° (або 180°), а до еліптично-поляризованих – всі інші. При цьому під вертикально-поляризованими розуміють радіохвилі, горизонтальна складова електричної напруженості в яких або відсутня, або дуже мала у порівнянні з вертикальною складовою, а під горизонтально-поляризованими – протилежні. У радіохвиль із круговою поляризацією вертикальна і горизонтальна складові однакові, а різниця між їхніми фазами становить 90° (або 270°).

Відомі пристрої радіопеленгування в залежності від використаних параметрів прийнятих хвиль можна розділити на амплітудні, фазові, амплітудно-фазові і стробові (за поточними значеннями) [1–9].

Мета даної роботи – оцінка методичної похибки визначення кута падіння радіохвиль невертикальної поляризації.

Амплітудний метод пеленгування реалізується радіопеленгатором, антена система якого складається зі сполучених в одному фазовому центрі двох направлених вертикальних взаємоперпендикулярних магнітних диполів (рамок) і одного ненаправленого вертикального електричного диполя (штиря) [10, 11]. Орієнтація направленої першої рамки “Північ–Південь”, другої – “Схід–Захід”. Геометричні розміри диполів d за порівнянням із довжиною радіохвиль λ такі, що $\pi d \leq \lambda$.

На виходах вищевказаних рамок і штиря під дією вертикально-поляризованих радіохвиль від джерела радіовипромінювання (ДРВ), що пеленгується, виникають сигнали, які описуються такою системою рівнянь:

$$\begin{aligned} U_{p\Gamma\Gamma} \{\omega t\} &= K_p E_e \cos \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi_e); \\ U_{pC3} \{\omega t\} &= K_p E_{e1} \sin \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi_e); \\ U_{\text{ш}} \{\omega t\} &= K_{\text{ш}} E_e \cos \beta \cdot \cos(\omega t + \varphi_e), \end{aligned} \quad (1)$$

де $U_{p\Gamma\Gamma} \{\omega t\}$, $U_{pC3} \{\omega t\}$ – поточні значення сигналів із круговою частотою ω в момент часу t на виходах вертикальних рамок “Північ–Південь” та “Схід–Захід” відповідно;

$U_{\text{ш}} \{\omega t\}$ – поточні значення сигналів із круговою частотою ω в момент часу t на виході вертикального штиря;

$K_p, K_{\text{ш}}$ – коефіцієнти передачі сигналів, що приймаються рамками і штирем;

E_e, φ_e – відповідно амплітудне значення і початкова фаза напруженості електричного поля радіохвилі, що приймається;

α, β – кути проходу радіохвилі в горизонтальній та вертикальній площинах відповідно.

Розв’язок системи (1) відносно β дає такий результат:

$$\beta = \arccos \left[\left(A_{\text{ш}} (K_p / K_{\text{ш}}) / \left((A_{p\Gamma\Gamma})^2 + (A_{pC3})^2 \right)^{1/2} \right) \right], \quad (2)$$

де $A_{\text{ш}}$ – амплітудні значення сигналів на виході вертикального штиря;

$A_{p\Gamma\Gamma}, A_{pC3}$ – амплітудні значення сигналів на виходах направлених вертикальних рамок “Північ–Південь” та “Схід–Захід” відповідно.

Під дією невертикально-поляризованих радіохвиль від ДРВ, що пеленгується, на виходах вищевказаних рамок і штиря виникають сигнали, які описуються такою системою рівнянь:

$$\begin{aligned} U_{p\Gamma\Gamma} \{\omega t\} &= K_p (E_e \cos \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi_e) - E_e \sin \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi_e)); \\ U_{pC3} \{\omega t\} &= K_p (E_e \sin \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi_e) + E_e \sin \beta \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\omega t + \varphi_e)); \\ U_{\text{ш}} \{\omega t\} &= K_{\text{ш}} E_e \cos \beta \cdot \cos(\omega t + \varphi_e), \end{aligned} \quad (3)$$

де E_e, φ_e – відповідно амплітудне значення і початкова фаза електричної напруженості вертикальної складової прийнятих радіохвиль;

E_e, φ_e – амплітудне значення і початкова фаза електричної напруженості горизонтальної складової прийнятих радіохвиль.

Методична похибка амплітудного методу виміру кута падіння радіохвиль невертикальної поляризації визначається таким виразом:

$$\Delta_{\beta} = \arctg(\operatorname{tg} Y_E / \cos \beta) - \beta, \tag{4}$$

де $Y_E = \arctg(E_r / E_b)$.

При цьому для кожного значення Y_E існує своє екстремальне значення $\beta_{\text{екстр}}$, при якому значення похибки стає максимальним Δ_{β} , стає максимальним $\Delta_{\beta_{\text{макс}}}$. Величини $\beta_{\text{екстр}}$ і $\Delta_{\beta_{\text{макс}}}$ визначаються такими виразами відповідно:

$$\beta_{\text{екстр}} = (\pi/2) - \arctg(\operatorname{sec}(Y_E))^{1/2}; \tag{5}$$

$$\Delta_{\beta_{\text{макс}}} = 2\arctg(\operatorname{sec}(Y_E))^{1/2} - (\pi/2). \tag{6}$$

Результати розрахунку методичної похибки згідно з виразом (4) занесені в табл. 1 та відображені на рис. 1 і рис. 2.

Таблиця 1

Результати розрахунку методичної похибки пеленгування

Y_E	$\Delta\beta$ при									$\beta_{\text{екстр}}$ (довідників)
	$\beta = 0^\circ$	$\beta = 1^\circ$	$\beta = 2^\circ$	$\beta = 5^\circ$	$\beta = 10^\circ$	$\beta = 15^\circ$	$\beta = 45^\circ$	$\beta = 90^\circ$	$\beta = \beta_{\text{екстр}}$	
0 ($E_s = 0$)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,00
10	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,0	0,4	44,78
20	0,0	0,1	0,1	0,3	0,6	0,9	1,8	0,0	1,8	44,11
30	0,0	0,2	0,3	0,8	1,5	2,2	4,1	0,0	4,1	42,94
40	0,0	0,3	0,6	1,5	3,0	4,3	7,5	0,0	7,6	41,19
50	0,0	0,6	1,1	2,8	5,3	7,6	12,3	0,0	12,6	38,22
60	0,0	1,0	2,0	4,9	9,4	13,2	18,4	0,0	19,5	35,26
70	0,0	1,9	3,8	9,3	17,3	23,1	26,1	0,0	29,4	30,32
80	0,0	4,7	9,4	21,7	35,4	42,1	35,1	0,0	44,8	22,62
90 ($E_s = 0$)	90,0	89,0	88,0	85,0	80,0	75,0	45,0	0,0	90,0	0,00

$\Delta\beta$

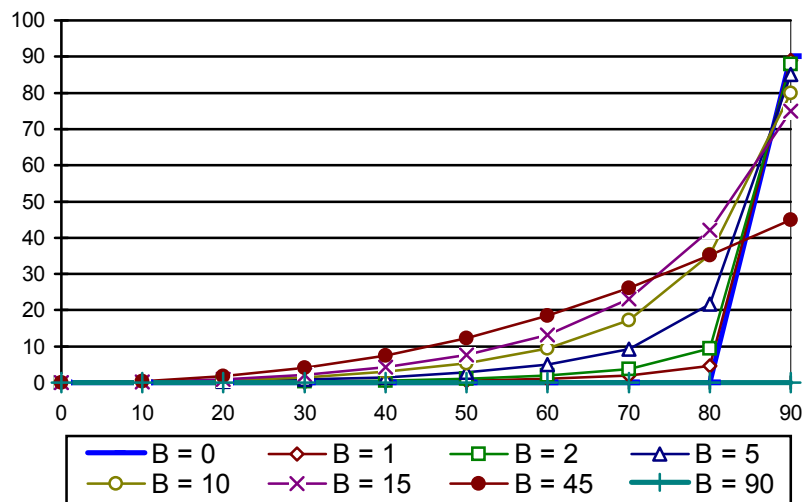


Рис. 1. Графік залежності методичної похибки $\Delta\beta$ від значення Y_E при різних β

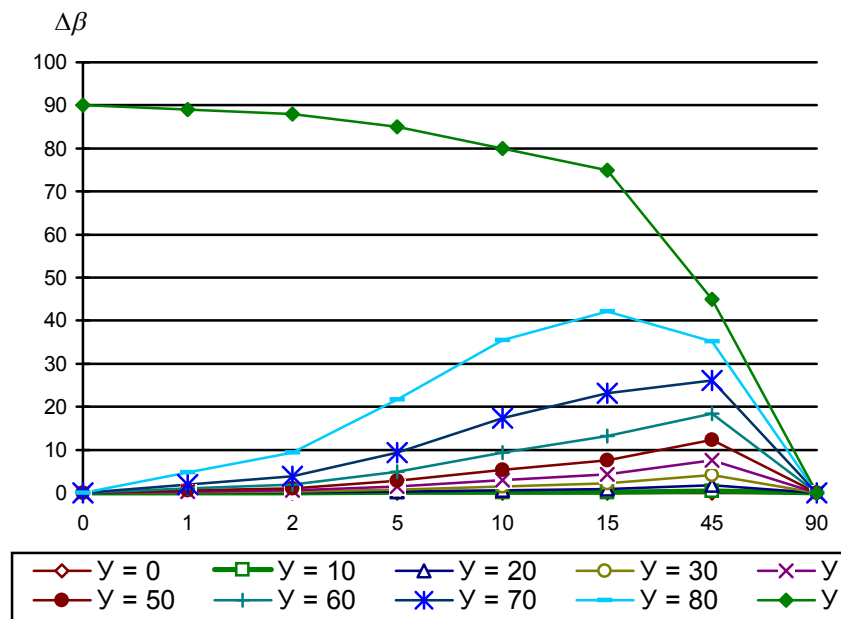


Рис. 2. Графік залежності методичної похибки $\Delta\beta$ від значення β при різних γ_E

Отримані результати можуть бути використані для оцінки можливості застосування різних схем пеленгаторів, які реалізують амплітудний метод пеленгування радіохвиль непертикальної поляризації.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Белоцерковский Г.Б. Основы радиотехники и антенн. Часть 2: Антенны. – М.: Радио и связь, 1983. – 294 с.
2. Вартанесян В.А., Гойхман Э.Ш., Рогаткин М.И. Радиопеленгация. – М.: Воениздат, 1966. – 248 с.
3. Долуханов М.П. Распространение радиоволн. Учебник для вузов. – М.: Связь, 1972. – 336 с.
4. Дулевич В.Е. и др. Теоретические основы радиолокации. – М.: Сов. радио, 1964. – 434 с.
5. Кулес И.С., Старик М.Е. Основы радиопеленгации. – М.: Сов. радио, 1964. – 640 с.
6. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. – М.: Энергия, 1975. – 528 с.
7. Мезин В.К. Радиопеленгация. – Изд.-во ВАС, 1975.
8. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба. – Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Воениздат, 1989. – 350 с.
9. Пестряков В.В., Кузенков В.Д. Радиотехнические системы: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1985. – 376 с.
10. Ковальчук В.Т., Повідайко П.М. Вибірне пеленгування поверхневих і просторових радіохвиль з вертикальною та горизонтальною поляризаціями за їх поточними значеннями на основі фазової селекції // Вісник ЖІТІ. – 2000. – № 13 / Технічні науки. – С. 92–98.
11. Ковальчук В.Т., Повідайко П.М. Методична похибка амплітудного методу пеленгування радіохвиль непертикальної поляризації // Вісник ЖІТІ. – 2000. – № 15 / Технічні науки. – С. 138–140.

КОВАЛЬЧУК Валерій Тадеушович – магістр, пошукувач кафедри АУТС Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– дослідження в галузі цифрової обробки сигналів.

ПОВІДАЙКО Петро Михайлович – кандидат технічних наук, професор кафедри АУТС, декан факультету інформаційно-комп'ютерних технологій Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– дослідження в галузі цифрової обробки сигналів.

Подано 12.04.2001

Ковальчук В.Т., Повідайко П.М. Оцінка методичної похибки визначення кута падіння радіохвиль непертикальної поляризації

Ковальчук В.Т., Повідайко П.М. Оценка методической погрешности определения угла падения радиоволн непертикальной поляризации

Kovalchuk V.T., Povidayko P.M. Estimation the methodical error of the definition angle of incidence of nonvertical polarization radio-waves

УДК 621.317.361

Оценка методической погрешности определения угла падения радиоволн невертикальной поляризации / В.Т. Ковальчук, П.М. Повидайко

Выполнен расчет методической погрешности определения угла падения радиоволн невертикальной поляризации для амплитудного метода пеленгования.

УДК 621.317.361

Estimation the methodical error of the definition angle of incidence of nonvertical polarization radio-waves / V.T. Kovalchuk, P.M. Povidayko

The calculation of the methodical error of the definition angle of incidence of nonvertical polarization radiowaves for the amplitude method was done.