



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **36487** (13) **U**
(51) МПК (2006)
G01S 7/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРУ КУТА МІСЦЯ ЦІЛЕЙ В УМОВАХ ЗАВАЖАЮЧИХ ПЕРЕВІДБИТТІВ ВІД ЗЕМНОЇ АБО ВОДНОЇ (ПІДСТЕЛЯЮЧОЇ) ПОВЕРХНІ

1

2

(21) u200807176

(22) 23.05.2008

(24) 27.10.2008

(46) 27.10.2008, Бюл.№ 20, 2008 р.

(72) БАРАНОВ АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA,
ТОМАЧИНСЬКИЙ МИКОЛА ТИМОФІЙОВИЧ, UA

(73) КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО "НАУКОВО-
ВИРОБНИЧИЙ КОМПЛЕКС "ІСКРА", UA

(57) Спосіб виміру кута місця цілей в умовах заваж-
аючих перевідбиттів від земної або водної (під-

стеляючої) поверхні, заснований на вимірах при-
йнятих сигналів від цілей на виходах декількох
рознесених по вертикалі антен і обчисленні кута
місця на основі цих вимірів, який **відрізняється**
тим, що вимір виконують шляхом порівняння амплі-
туд і фаз отриманих результатів лінійної комбі-
нації сигналів з виходів декількох, наприклад
трьох, рознесених по вертикалі антен, що містять
прямий і перевідбитий сигнали.

Корисна модель відноситься до радіолокації і
може бути використана для підвищення точності
виміру кута місця цілей в умовах заважаючих пе-
ревідбиттів від земної або водної (підстеляючої)
поверхні.

Відомий спосіб виміру кута місця цілей
[Справочник по радиоэлектронным системам: в 2-
х томах. Т.2 Под ред. Б.Х. Кривицкого - М.:
"Энергия", 1979. - 368с., стр.112], що заснований
на порівнянні амплітуд сигналів, прийнятих
одночасно декількома незалежними антенами.

Недоліком цього способу є низька точність ви-
мірів, яка суттєво змінюється залежно від виду та
взаємного розташування діаграм спрямованості
антен, а також від напрямку надходження радіо-
хвиль.

Найбільш близьким по технічній сутності є
спосіб виміру кута місця цілей [Справочник по ра-
диоэлектронным системам: в 2-х томах. Т.2 Под
ред. Б.Х. Кривицкого - М.: "Энергия" 1979. - 368с.,
стр.115], заснований на порівнянні фаз сигналів,
прийнятих одночасно декількома незалежними
антенами.

Недоліком прототипу є значні похибки вимірів
кута місця із-за сильного впливу на прийняті сиг-
нали перевідбитих хвиль від підстеляючої поверх-
ні внаслідок чого виникає інтерференція прийнято-
го сигналу, що унеможлиблює точне вимірювання
кута місця.

В основу корисної моделі поставлена задача
підвищення точності виміру кута місця цілей в
умовах заважаючих перевідбиттів від земної або
водної (підстеляючої) поверхні.

Поставлена задача досягається тим, що в
спосіб виміру кута місця цілей в умовах заваж-
аючих перевідбиттів від земної або водної (підсте-
ляючої) поверхні, заснованому на вимірах прийнятих
сигналів від цілей на виходах декількох рознесе-
них по вертикалі антен і обчисленні кута місця на
основі цих вимірів, вимір роблять шляхом порів-
няння амплітуд і фаз отриманих результатів ліній-
ної комбінації сигналів з виходів декількох, напри-
клад, трьох рознесених по вертикалі антен, що
містять прямий і перевідбитий сигнали.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю
ознак корисної моделі і технічним результатом
полягає в наступному.

Завдяки тому, що вимір кута місця цілей роб-
лять шляхом порівняння амплітуд і фаз отриманих
результатів лінійної комбінації сигналів з виходів
декількох, наприклад, трьох рознесених по верти-
калі антен, що містять прямий і перевідбитий сиг-
нали, підвищена точність виміру кута місця цілей.

Спосіб здійснюють таким чином.

Групу з трьох антен розміщують на одній вер-
тикалі з постійним розносом l. Кожна антена при-
ймає пряму хвилю від цілі і перевідбиту від земної
або водної (підстеляючої) поверхні.

Діаграми спрямованості антен у просторі оріє-
нтують однаково. Як антени використовують або
ненаправлені випромінювачі, або антенні решітки,
або спрямовані антени.

Для способу, що заявляється, обов'язково:

1. Плоский фронт прямої хвилі, що падає на
групу антен;

(13) **U**

(11) **36487**

(19) **UA**

2. Плоский фронт перевідбитої хвилі, що падає на ці ж антени, чи, що теж саме, постійність модуля і фази коефіцієнта відбиття хвилі в межах зони перевідбиття, а також постійність висоти групи антен h_0 над зоною перевідбиттів.

Напрямок приходу прямої хвилі визначають кутом місця ξ щодо обрію, а перевідбитої хвилі, щодо обрію, відповідно мінус ξ .

Величину кута ξ обчислюють на основі вимірів сумарних сигналів (прямих і перевідбитих) на виходах антен.

Сумарні сигнали на виходах антен представляють у виді:

$$\dot{U}_i = \dot{U}_{\text{прям}_i} + \dot{U}_{\text{під}_i}, \text{ де} \quad (1)$$

$\dot{U}_{\text{прям}_i}$ - комплексна амплітуда прямої хвилі на вході i - антени;

$\dot{U}_{\text{під}_i}$ - комплексна амплітуда перевідбитої підстилюючою поверхнею хвилі на виході i - антени;
 i - номер антени.

Нижній антені надають номер 1, середній - 2, верхній - 3.

Комплексну амплітуду прямої хвилі на виході i - антени представляють у виді:

$$\dot{U}_{\text{прям}_i} = e^{j\varphi_{\text{прям}_i}}, \quad \varphi_{\text{прям}_i} = \frac{1}{\lambda} 2\pi(3-i)\sin\xi, \quad (2)$$

де λ - довжина хвилі.

Комплексну амплітуду перевідбитої хвилі на виході i - антени представляють у виді:

$$\dot{U}_{\text{під}_i} = \dot{U}_{\text{під}_i} \cdot k \cdot e^{j\varphi_{\text{ов}_i}}, \text{ де} \quad (3)$$

k - комплексний коефіцієнт, що враховує модуль і фазу коефіцієнта відбиття в зоні перевідбиттів, а також зміну комплексної діаграми спрямованості антен при відхиленні від напрямку приходу прямої хвилі до напрямку приходу перевідбитої хвилі.

$\varphi_{\text{ов}_i}$ - набіг фази поширення перевідбитої хвилі відносно прямої:

$$\varphi_{\text{ов}_i} = 2[h_0 + (i-1) \cdot l] \frac{2\pi}{\lambda} \sin\xi$$

На основі (1), (2), (3) після виконання необхідних обчислень одержують наступне вираження для співвідношення фаз сигналів прямої хвилі з виходів антен:

$$\frac{\dot{U}_1 + \dot{U}_3}{\dot{U}_2} = \frac{\sin(2kl \sin\xi)}{\sin(kl \sin\xi)} = 2 \cos(kl \sin\xi), \text{ де } k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (4)$$

З (4) обчислюють шукану величину ξ :

$$\xi = \arcsin \left[\arccos \left(\frac{\dot{U}_1 + \dot{U}_3}{2\dot{U}_2} \right) / kl \right] \quad (5)$$

Помилки у вимірах комплексних амплітуд \dot{U}_i неминуче приводять до комплексності відношення

$\left(\frac{\dot{U}_1 + \dot{U}_3}{\dot{U}_2} \right)$. Тому, з урахуванням помилок вимірів, обчислення ξ виконують за наступним виразом:

$$\xi = \arcsin \left[\arccos \left(\frac{\dot{U}_1 + \dot{U}_3}{2\dot{U}_2} \right) / kl \right]$$