



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40134 (13) A

(51) 7 G01S11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

#### (54) ФАЗОВИЙ ДАЛЕКОМІР ДЛЯ РАДІОЛОКАТОРА НАВЕДЕННЯ БЕЗУПИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

(21) 2000063680

(22) 23.06.2000

(24) 16.07.2001

(33) UA

(46) 16.07.2001, Бюл. № 6, 2001 р.

(72) Порошин Сергій Михайлович, Бахвалов Валентин Борисович

(73) Харківський державний політехнічний університет, UA

(57) Фазовий далекомір для радіолокатора наведення безупинного випромінювання, що містить передавач безупинного сигналу з генератора безупинного сигналу високої частоти  $f$ , генератора низької частоти, що модулює,  $F$ , і модулятора, антenu, що передає, приймальну антену, приймач із фільтром низької частоти  $F$  і фазовимірювач зсуву фаз прийнятого сигналу частоти  $F$  щодо сигналу

низькочастотного генератора передавача, який відрізняється тим, що приймальна антена виконана з двох, лівої та правої, рознесених по горизонталі однакових антен, пов'язаних із своїми першим та другим приймачами сигналу бортового передавача ракети, на виході цих приймачів додатково установлений фазовимірювач каналу виміру азимута ракети зсуву фаз сигналів бортового передавача ракети, а вихід цього фазовимірювача пов'язаний із системою повороту антени на азимут ракети, на виході приймальних антен у каналі виміру дальності цілі додатково установлений високочастотний пристрій вирахування луна-сигналів цілі і ракети, що наводиться на неї, а вихід цього пристрою вирахування пов'язаний із входом приймача луна-сигналів цілі в каналі виміру дальності.

Винахід належить до області радіолокації і може бути використаний в радіолокаторах наведення безупинного випромінювання для виміру дальності цілі фазовим методом при відсутності кутового дозволу цілі і ракети, що наводиться на неї.

Відомий фазовий вимірювач кутової координати безупинного випромінювання [1, с. 48, рис.1.31], який можна використовувати для виміру кутової координати (наприклад, азимута) джерела радіовипромінювання. Аналог містить дві рознесені по горизонталі приймальні антени, що пов'язані зі своїми приймачами. На виході приймачів установлений фазовимірювач зсуву фаз сигналів, прийнятих рознесеними антенами. Азимут джерела радіовипромінювання в аналогу визначають по цьому зсуві фаз за допомогою співвідношення

$$\beta = \arcsin \frac{\lambda \varphi_1}{2\pi d}, \quad (1)$$

де:  $\beta$  - азимутальний кут джерела радіовипромінювання щодо осі антенної системи;

$\lambda$  - довжина хвилі джерела радіовипромінювання;

$d$  - відстань між приймальними антенами по горизонталі;

$\varphi_1$  - зсув фаз сигналів, прийнятих рознесеними антенами.

Хибю аналогу є те, що він не дозволяє вимірювати дальність цілі.

Інша хибя аналогу полягає в тому, що він не дозволяє вимірювати кутові координати двох джерел (наприклад, цілі і ракети, що наводиться на неї) у випадку, коли сигнали цих джерел на одній і тій же частоті приймаються одночасно при відсутності кутового дозволу між ними.

Як прототип обраний фазовий радіолокаційний далекомір [1]. Прототип містить передавач із генератора безупинного сигналу високої частоти  $f$ , генератора низької частоти, що модулює,  $F$  і модулятора (наприклад, амплітудного модулятора), антenu, що передає, приймальну антену, приймач з амплітудним детектором і фільтром низької частоти, що модулює,  $F$  і фазовимірювач зсуву фаз сигналу генератора передавача, що модулює, і прийнятого сигналу низької частоти  $F$ . Дальність цілі визначають по цьому зсуві фаз за допомогою співвідношення

$$D = \frac{c\varphi_2}{4\pi F}, \quad (2)$$

де:  $D$  - дальність цілі;

$c$  - швидкість світла;

UA (11) 40134 (13) A

F - низька частота передавача, що модулює;

$\varphi_2$  - зсув фаз сигналу низької частоти F щодо сигналу передавача, що модулює.

Хибою прототипу є те, що такий радіолокатор не дозволяє вимірювати дальність цілі у випадках, коли одночасно приймаються луна-сигнали декількох цілей (наприклад, цілі і ракети, що наводиться на неї, при відсутності кутового дозволу між ними). При цьому луна-сигнали цілі і ракети заважають один одному, і вимір дальності цілі фазовим методом стає неможливим.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення фазового далекоміра для радіолокатора наведення безупинного випромінювання, у якому за рахунок використання двох рознесених приймальних антен, фазового вимірювача азимута ракети за сигналом її бортового передавача, пристрою повороту антени на азимут ракети й пристрою вирахування луна-сигналів забезпечують придушення луна-сигналу ракети і виділення луна-сигналу цілі, що дозволяє вимірювати дальність цілі фазовим методом при відсутності кутового дозволу цілі і ракети, що наводиться на неї.

Поставлена задача вирішується тим, що у фазовому далекомірі для радіолокатора наведення безупинного випромінювання, що містить передавач безупинного сигналу з генератора високої частоти f, генератора синусоїдальних коливань низької частоти, що модулює, F і модулятора, антenu, що передає, приймальну антену, приймач з фільтром низької частоти F і фазовимірювач зсуву фаз прийнятого сигналу частоти F щодо сигналу низькочастотного генератора передавача, відповідно до винаходу:

- приймальна антена виконана з двох, лівої та правої, рознесених по горизонталі однакових антен, пов'язаних із своїми першим та другим приймачами сигналу бортового передавача ракети;

- на виході цих приймачів додатково установлений фазовимірювач каналу виміру азимута ракети зсуву фаз сигналів бортового передавача ракети, а вихід цього фазовимірювача пов'язаний із системою повороту антени на азимут ракети;

- на виході приймальних антен у каналі виміру дальності цілі додатково встановлений високочастотний пристрій вирахування луна-сигналів цілі і ракети, що наводиться на неї, а вихід цього пристрою вирахування пов'язаний із входом приймача луна-сигналів цілі в каналі виміру дальності.

При цьому азимут ракети вимірюють фазовим методом по сигналах бортового передавача ракети і показанню фазовимірювача каналу виміру азимута, а дальність цілі вимірюють фазовим методом по луна-сигналу цілі і показанню фазовимірювача каналу виміру дальності. Азимут ракети визначають за зсувом фаз  $\varphi_1$  фазовимірювача каналу виміру азимута за допомогою співвідношення (1), а дальність цілі визначають за зсувом фаз  $\varphi_2$  фазовимірювача каналу виміру дальності за допомогою співвідношення (2). Поворот антенної системи на азимут ракети потрібний для того, щоб придушити луна-сигнал ракети і виділити луна-сигнал цілі на вході приймача каналу виміру дальності. Це дозволяє вимірювати дальність цілі фазовим методом у радіолокаторі безупинного випромінювання при відсутності кутового дозволу ці-

лі і ракети, що наводиться на неї. Запропонований пристрій забезпечує вимір дальності цілі фазовим методом у радіолокаторі наведення безупинного випромінювання при одночасному прийомі луна-сигналів цілі і ракети, що наводиться на неї, і відсутності кутового дозволу між ними. Крім того, пристрій дозволяє вимірювати азимут ракети фазовим методом за сигналом бортового передавача ракети.

Технічна сутність і принцип дії запропонованого пристрою пояснюється на фіг., де надано спрощену структурну схему запропонованого фазового далекоміра.

До складу запропонованого пристрою на схемі входять такі основні елементи:

- антена 1, що передає;
- права приймальна антена 2;
- ліва приймальна антена 3 (приймальні антени рознесені по горизонталі на відстань d);
- перший приймач 4 сигналу бортового передавача ракети;
- другий приймач 5 сигналу бортового передавача ракети;
- фазовимірювач 6 каналу виміру азимута ракети  $\beta_p$ ;

- система 7 повороту антени на азимут ракети  $\beta_p$  за показаннями фазовимірювача 6;

- генератор 8 безупинного сигналу високої частоти f передавача;

- генератор 9 низької частоти, що модулює, F передавача;

- модулятор передавача 10 (наприклад, амплітудний модулятор);

- високочастотний пристрій вирахування луна-сигналів 11;

- приймач 12 луна-сигналу цілі (наприклад, супергетеродинний приймач з амплітудним детектором);

- фільтр 13 частоти, що модулює, F із вихідної напруги приймача 12;

- фазовимірювач 14 каналу виміру дальності цілі D.

Нижче пояснюють принцип дії запропонованого пристрою й його істотні відмітні ознаки.

Для того, щоб луна-сигнали від ракети не заважали приймати луна-сигнали цілі і вимірювати дальність цілі фазовим методом, пропонується придушити луна-сигнал ракети і виділити луна-сигнал цілі на високій частоті до входу приймача за допомогою пристрою вирахування 11 сигналів двох рознесених приймальних антен 2, 3. Для цього необхідно направити дві однакові приймальні антени точно на азимут ракети за допомогою системи повороту антен 7. Тоді луна-сигнали ракети в цих антенах будуть однакові по амплітуді і фазі, і їх можна придушити за допомогою високочастотного пристрою вирахування 11. При цьому луна-сигнал цілі не буде придушений на виході пристрою вирахування, тому що азимут цілі трохи відрізняється від азимута ракети і фази луна-сигналів цілі в рознесених антенах будуть різноманітними. Тобто для роботи пристрою необхідно знати азимут ракети.

Азимут ракети пропонується визначати фазовим методом за сигналом бортового передавача ракети. Такий передавач, звичайно, завжди є на

борту ракети в системах активного наведення, а робоча частота бортового передавача відрізняється від частоти радіолокатора. Сигнали бортового передавача ракети також приймаються рознесеними приймальними антенами 2, 3 радіолокатора, тобто ці антени приймають луна-сигнали цілі і ракети і сигнали бортового передавача ракети. Для прийому сигналів з борту ракети використовують два однакових приймачі 4, 5, які настроєні на частоту бортового передавача. Зсув фаз  $\varphi_1$  цих сигналів вимірюють фазовимірювачем 6 і по ньому визначають азимут ракети  $\beta_p$  за допомогою співвідношення (1). Після цього повертають антенну систему на цей азимут за допомогою системи повороту антени 7. У результаті буде забезпечена можливість придушення луна-сигналу ракети на високій частоті за допомогою пристрою вираховування 11 до входу приймача 12 луна-сигналу цілі, а також буде визначений азимут ракети.

Рознесена система приймальних антен 2, 3, приймачі 4, 5 і фазовимірювач 6 потрібні для визначення азимута ракети фазовим методом по сигналах бортового передавача ракети.

Система 7 повороту антен на азимут ракети й пристрій вираховування 11 необхідні для придушення луна-сигналу ракети і виділення луна-сигналу цілі на вході приймача 12.

Таким чином, запропонований пристрій може бути практично реалізований, а відзначені вище відмітні ознаки є істотними і принципово необхідні для реалізації пристрою.

Основні елементи запропонованого пристрою на схемі (фіг. 1) виконані в такий спосіб. Приймальні антени 2, 3 однакові і рознесені по горизонталі на відстань  $d$ , що обирають так, щоб забезпечувалося однозначне визначення азимута ракети по сигналу її бортового передавача. Приймачі 4, 5 однакові, настроєні на частоту бортового передавача ракети і можуть бути виконані, наприклад, у вигляді супергетеродинних приймачів із загальним гетеродином. Фазовимірювачі 6, 14 аналогічні фазовимірювачу прототипу. Система 7 повороту антени на азимут ракети може бути виконана у вигляді електродвигуна, керованого за показаннями фазовимірювача 6. Високочастотний пристрій вираховування 11 вираховує луна-сигнали, прийняті антенами 4, 5, і має відому конструкцію. Антена, що передає, 1, генератори 8, 9, модулятор передавача 10 і приймач 12 з фільтром 13 частоти, що

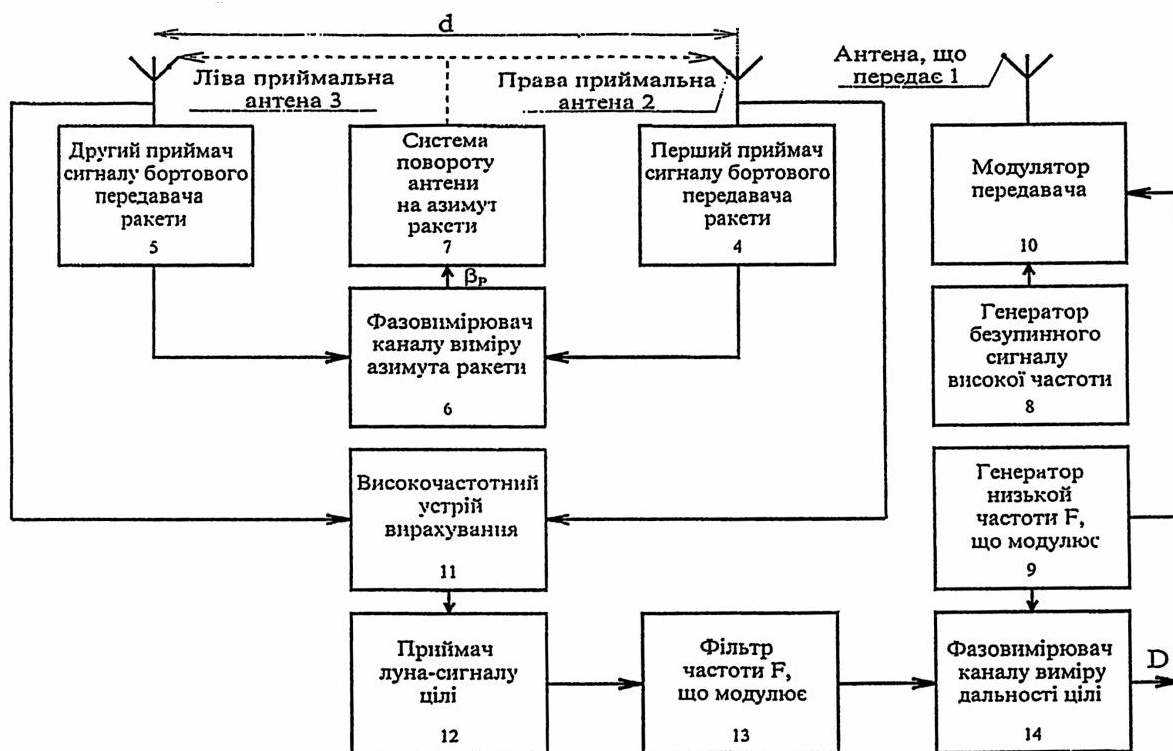
модулює, не відрізняються від відповідних елементів прототипу. Варто забезпечити розв'язку, що передає 1, і приймальних 2, 3 антен так само, як і в прототипі.

Динаміка роботи запропонованого пристрою здійснюється в такий спосіб. Приймальні антени 2, 3 приймають сигнали бортового передавача ракети. Ці сигнали посилюють приймачами 4, 5 і перетворюють на проміжну частоту. Фазовимірювач 6 вимірює зсув фаз  $\varphi_1$  вихідних напруг приймачів 4, 5 на проміжній частоті. По цьому зсуві фаз визначають азимут ракети  $\beta_p$  за допомогою співвідношення (1). Система 7 повертає антенну систему на азимут ракети  $\beta_p$ . Передавач радіолокатора формує, а антена, що передає 1, випромінює безупинний сигнал високої частоти, що зондує  $f$ , модульований низькою частотою, що модулює  $F$ . Луна-сигнали цілі і ракети, що наводиться на неї, приймаються одночасно приймальними антенами 2, 3. Ці сигнали відраховуються пристроєм вираховування 11. При цьому луна-сигнал ракети буде придушений на виході цього пристрою, а луна-сигнал цілі виділений. Приймач 12 посилює луна-сигнал цілі, перетворить його на проміжну частоту і детектує. Прийнята напруга виділяється фільтром 13 низької частоти, що модулює  $F$ . Фазовимірювач 14 вимірює зсув фаз  $\varphi_2$  цієї напруги щодо напруги генератора, що модулює 9, передавача. Дальність цілі  $D$  визначають по цьому зсуві фаз за допомогою співвідношення (2).

Таким чином, запропонований пристрій вирішує поставлену задачу, усуває відзначені хиби прототипу й аналогу і забезпечує вимір дальності цілі фазовим методом у радіолокаторі наведення безупинного випромінювання при одночасному прийомі луна-сигналів цілі і ракети, що наводиться на неї, і відсутності кутового дозволу між ними. Крім того, пристрій дозволяє вимірювати азимут ракети фазовим методом по сигналу бортового передавача ракети.

Джерела інформації:

1. Педак А.М., Баклашов П.И. и др. Справочник по основам радиолокационной техники / Под редакцией В.В.Дружинина. - М.: Воениздат, 1967. - С.24, рис. 1.13 (прототип).



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22