

10.31653/smf343.2021.167-171

Ревенко В.Ю., Сафін І.І., Лукашук Ю.В.

*Національний університет «Одеська морська академія», Україна*

## **ПІДВИЩЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО КОНТРАСТУ ДВОХ ОБ'ЄКТІВ, ОДНОЧАСНО СПОСТЕРІГАЄТЬСЯ СУДОВОЮ РЛС, З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ МАТРИЦІ ВТРАТ**

*National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine*

**INCREASING THE RADAR CONTRAST OF TWO OBJECTS SIMULTANEOUSLY OBSERVED BY THE SHIP RADAR USING THE ENERGY MATRIX OF LOSSES.**

### **Annotation**

The article discusses an increase in the radar contrast of two objects simultaneously observed by a ship's radar using information about the loss of power of an electromagnetic wave irradiating these objects after its interaction with their surface or internal structure. It is shown that the scattering or reflection of electromagnetic energy from the surface or from the internal volume of an object is associated with the conductivity of the object surface or the dielectric constant of a volume object, the internal structure of which consists of scattering and absorbing particles of different sizes, shapes, and dielectric constant. An algorithm is considered for determining the matrix of losses of electromagnetic energy during scattering or reflection by objects, which makes it possible to increase the contrast of objects by changing the polarization of the irradiated wave

**Key words** - radar contrast, objects, radar observation, loss matrix, radar basis, scattering matrix, object's own basis.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.**

З метою радіолокаційного підвищення безаварійного плавання судна необхідно забезпечити рівень луна-сигналу спостерігається судновий РЛС об'єкту, що знаходиться на різній відстані від суднової РЛС при наявності різних атмосферних утворень (тумани, зливи).

Тому при огляді простору за курсом судна для поліпшення якості відтворюється інформація про об'єкти радіолокаційного спостереження необхідно забезпечити максимальний контраст двох поруч розташованих об'єктів. Рішення завдання може бути виконано шляхом побудови матриці розсіювання системи відображає сигналу по

відомим матрицями кожного з спостережуваних об'єктів судновий РЛС з Надалі визначення матриці втрат луна-сигналу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблема і виділення окремих частин із загальної проблеми.

Дослідженню ехосигналів, розсіяних об'єктами радіолокаційного спостереження, присвячені роботи [1,2,3,4], в яких розглядаються поляризаційні характеристики радіосигналів, розсіяних об'єктами і земною поверхнею.

Розглянуто також властивості статистичних параметрів елементів матриці розсіювання об'єктів і радіолокаційної контраст двох об'єктів. Однак до теперішнього часу ще повністю не вирішена задача отримання радіолокаційного контрасту двох об'єктів, що мають різну фізичну структуру.

Формулювання мети статті.

Метою даної статті є аналіз матриці втрат двох об'єктів, які одночасно спостерігаються судновий радіолокаційною станцією.

### **Виклад основного матеріалу**

Для вирішення поставленої мети необхідно отримати уявлення матриць втрат двох об'єктів, які спостерігаються судновий РЛС в одному і тому ж базисі.

Нехай об'єкти радіолокаційного спостереження, знаходяться у власному базисі. Будемо вважати, що антена судновий РЛС забезпечує прийом максимальних значення луна-сигналу  $E_{21}$  і  $E_{22}$  кожного з двох спостережуваних об'єктів на шляху судна. Причому між ними відсутній статистичний зв'язок, тобто

$$\overline{E_1 E_2} = 0 \quad (1)$$

Таким чином в даному поляризаційним базисі матриці втрат двох об'єктів будуть діагональними, а об'єкти мають певний обсяг  $V$ , св обмеженою поверхнею  $S$ . У кожному з розглянутих об'єктів діелектрична проникність  $\varepsilon$  і провідність  $\sigma$  їх матеріалу довільні і змінюються від точки до точки:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_1 &= \varepsilon_1(x, y, z) \\ \varepsilon_2 &= \varepsilon_2(x, y, z) \\ \sigma_1 &= \delta_1(x, y, z) \\ \sigma_2 &= \delta_2(x, y, z) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Нехай спостережувані об'єкти судновий РЛС опромінюються плоскої електромагнітної хвилею, випромінюваної антеною судновий РЛС в напрямку осі Z декартової системи координат. Тоді ортогональні компоненти електричного вектора  $E$  хвилі в обраному декартовому базисі записуються у вигляді:

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= \cos \beta e^{i(\omega t + \varphi)} \\ E_2 &= \sin \beta e^{i(\omega t - \varphi)} \\ E_3 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Однак всередині об'єкта електромагнітне поле буде мати всі три компоненти  $E_1, E_2, E_3$ . Для опису електромагнітного поля всередині кожного об'єкта в довільній точці, яка визначається радіусом - вектором  $r$ , будемо використовувати матрицю розсіювання:

$$[E_{BHO1}(r)] = \begin{bmatrix} E_{1BHO1} \\ E_{2BHO1} \\ E_{3BHO1} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$[E_{BHO2}(r)] = \begin{bmatrix} E_{1BHO2} \\ E_{2BHO2} \\ E_{3BHO2} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Матриця навчальної об'єкти радіолокаційного спостереження електромагнітної хвилі записується у вигляді:

$$[E_{обл}] = \begin{bmatrix} E_{1nad} \\ E_{2nad} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Втрати потужності Рп всередині кожного з об'єктів визначаються співвідношеннями:

$$P_{no1} = \int_v \sigma_1(r) E_{вно1}^2 dV = \int_v \sigma_1(r) (E_{1вно1}^2 + E_{2вно1}^2 + E_{3вно1}^2) dV \quad (7)$$

$$P_{no2} = \int_v \varepsilon_2(r) E_{вно2}^2 + E_{2вно2}^2 + E_{3вно2}^2) dV \quad (8)$$

Матриця втрат потужності кожного з об'єктів пов'язана з матрицями їх розсіювання, які мають вигляд:

$$\left[ P_{раса1} \right] = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & n_{13} \\ n_{21} & n_{22} & n_{23} \\ n_{31} & n_{32} & n_{33} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\left[ P_{раса2} \right] = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} \end{bmatrix} \quad (10)$$

З урахуванням (9) і (10) втрати потужності об'єкта радіолокаційного спостереження електромагнітної хвилі будуть пропорційні розсіює (відображає) здатності кожного об'єкта і можуть бути визначені з використанням такою залежністю:

$$\left. \begin{aligned} P_{no1} &= E_{отр1} P_{рас1} E_{обл} \\ P_{no2} &= E_{отр2} P_{рас2} E_{обл} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Якщо суднова РЛС має антену з керованою поляризацією, яка дозволяє матрицю розсіювання кожного з об'єктів привести до діагонального вигляду тобто, використовувати власний базис кожного об'єкта, тоді матриця втрат через власні значення записується у вигляді:

$$\left[ P_{no1(1,1)} \right] = \begin{bmatrix} \gamma_1^2 & 0 \\ 0 & \gamma_2^2 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\left[ P_{no2(2,2)} \right] = \begin{bmatrix} \eta_1^2 & 0 \\ 0 & \eta_2^2 \end{bmatrix} \quad (13)$$

де -  $\eta_1^2$ ,  $\eta_2^2$  ( $i=1,2$ ) - власні значення матриць втрат кожного об'єкта, що спостерігається судновий РЛС.

### **Висновки і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.**

В даній статті запропоновано алгоритм визначення матриці втрат кожного об'єкта, що спостерігається судновий РЛС на шляху судна, з метою забезпечення максимального луна-сигналу об'єкта на індикаторі або дисплеї комп'ютера. Надалі доцільно розглядати методику розрахунку втрат потужності навченою певний об'єкт електромагнітної хвилі в залежності від відображають або розсіюють властивостей об'єкта.

При огляді простору судновий радіолокаційною станцією по курсу судна для поліпшення якості відтвореної радіолокаційної інформації про об'єкти радіолокаційного спостереження забезпечений максимальний контраст розташованих поруч двох об'єктів. Рішення поставленого завдання виконано шляхом побудови матриці розсіювання системи відображає сигналу по відомим матрицями кожного з спостережуваних об'єктів судновий РЛС з подальшою визначенням матриці втрат відбитого сигналу. Розглянуті судновий РЛС об'єкти відрізняються фізичними властивостями, що дозволяє в матриці розсіювання виділяти потужність втрат кожного об'єкта.

### **ЛІТЕРАТУРА**

- 1.Капітанов В.А., Мельничук Ю.В., Черніков А.О. Поляризаційні характеристики сигналів, розсіяних об'єктами і земною поверхнею. В. кН .: Праці XI Всесоюзна. Копорья. по поширенню радіохвиль. Казань, 1975 стор. 17- 25с.
2. В.А. Потехін, В.Н. Татаринів. Теорія когерентність і електромагнітного поля. Москва, «Зв'язок» 1978 206 с.
3. Басс Ф.Г., Фукс І.М. Розсіювання хвиль на статично нерівних поверхнях. М. «Наука» 1972 424 с.
- 4.N.Soherbak.Ultra - Wide dand radiolocation.What is this? // Electronics, Technology, business. Issue №3 / 2002