

В.Т. Ковальчук, здобувач

Житомирський державний технологічний університет

**ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ РАДІОПРИЙОМУ  
ЗА НАЯВНОСТІ ВТОРИННОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ***(Представлено д.т.н. проф. Грабаром І.Г.)*

*Запропоновані алгоритми підвищення завадозахищеності радіоприйому за наявності вторинного електромагнітного поля на основі використання фазових співвідношень та амплітуд сигналів на виходах елементарних антен з суміщеним фазовим центром.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У більшості випадків електромагнітне поле (ЕМП) в місці радіоприйому є інтерференційним і представляє собою сукупність первинного поля (поля випромінювача в необмеженому однорідному ізотропному стаціонарному лінійному недисипативному середовищі) та вторинного поля (поля, викликаного реальними умовами поширення радіохвиль).

В реальних умовах, наприклад, середовища неоднорідні, межі їх розділу складні, параметри їх флюктують, групова швидкість сигналу залежить від частоти тощо. Природним середовищем поширення радіохвиль є іонізовані ділянки простору. Природні радіаційні пояси (внутрішній та зовнішній) представляють собою внутрішні ділянки земної магнітосфери, в яких магнітне поле Землі утримує заряджені частинки (протони, електрони, альфа-частинки), що мають значну кінетичну енергію. Стан іонізації атмосфери визначає особливості поширення радіохвиль. При підвищенні електронної концентрації змінюються швидкість поширення, умови відбиття, рефракції (заломлення, переломлення), поглинання (перетворення енергії), дисперсії (спотворення форми із-за фазового розсіювання), інтерференції (накладання), поляризації (поперечної анізотропії), дифракції (огинання), федінгу (завмирання, щезання), розходження (зменшення енергії зі збільшенням відстані), розсіювання (зміна характеристик), затухання (втрата енергії) та зміни частоти (ефект Доплера) радіохвиль, що суттєво впливає на роботу радіоелектронних засобів. Відбиття відбувається від перешкод (земної поверхні, тропосфери, іоносфери, залізобетонних будівель, ліній електропередач тощо), рефракція – на межах неоднорідних середовищ, а поглинання, дисперсія, інтерференція, поляризація, дифракція, федінг, поглинання, розходження, розсіювання, затухання та зміна частоти – в середовищі поширення. Основними чинниками інтерференційного поля є багатопроменевість, відбиття, дифракція та розсіювання [1–7].

Таким чином, в місцях радіоприйому інтерферують радіопромені з різними шляхами (модами) поширення. При цьому спостерігаються спотворення форми сигналу, підсилення в одних точках простору та послаблення – в інших, зсув фази, викривлення напрямків розповсюдження, зміна частоти, а також зміна поляризації з лінійної (вертикальної або горизонтальної) на еліптичну (в т. ч. кругову). Все це знижує завадостійкість і, як наслідок, якість прийому – передачі, вимірювань, обчислень, обробки, аналізу та прийняття рішень. Так, наприклад, дослідження двопробеневого прийому показує, що ймовірність помилки при прийомі однопробеневого та двопробеневого сигналів відрізняються на декілька порядків [8].

Отже, задача підвищення завадозахищеності радіоприйому за наявності вторинного ЕМП є постійно необхідною (інтерференція як природне явище не усувається, а вимоги до якості радіоприйому посилюються), а також актуальною (на сьогодні кількість радіопромінів, що інтерферують в місці прийому, стрімко зростає).

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Відомий ряд загальних методів подолання зазначеної проблеми, серед яких можна виділити:

- застосування коефіцієнтів, що враховують відбиття (потребуються апріорні дані про коефіцієнти відбиття в середовищі поширення) [5, с. 312–313];
- застосування графіка множників впливу Землі (потребуються апріорні дані про поверхні відбиття: діелектрична проникність, електрична провідність тощо) [5, с. 319–320];
- застосування рознесення точок радіоприйому з наступним детектуванням та додаванням сигналів (потребуються підвищені апаратні затрати) [5, с. 360–361];
- застосування багатоканальної прийомної апаратури для аналітичного розділення променів (потребуються ідентичні амплітудно-фазові характеристики каналів та добре відношення сигнал/шум) [9], [10];
- застосування доплерівського зсуву частоти для розділення багатопробеневого сигналу на окремі складові (потребуються стабільна частота передавача та тривале спостереження за сигналом, протягом якого може відбутися відчутна зміна параметрів променів в нестационарних середовищах) [9], [11];
- застосування статистичного усереднення (потребуються тривалі вибірки сигналів) [9], [12];

- застосування усереднення фазового розподілення, що знімається з антенної системи, для виділення домінуючого променя по смузі приймаемого сигналу за умови, що добуток ефективної смуги сигналу на ефективний час розсіювання в короткохвильовому каналі набагато більший за одиницю (потребуються система рознесених антен, наявність вибірок для усереднення та вузькосмуговий, до 3 кГц, сигнал) [9];
- застосування прийому на антени з вузькою діаграмою направленості, направленої так, щоб приймався тільки один промінь (потребуються апріорні дані про кути приходу) [8];
- застосування прийому на антени, орієнтовані на певні види поляризації променів (потребуються апріорні дані про види поляризації променів) [8];
- застосування спеціальних фільтрів, що розділяють прийнятий сигнал на складові за променями приходу (потребуються апріорні дані про АЧХ та ФЧХ променів) [8].

З наведеного переліку методів боротьби з інтерференційним прийомом та їх основних недоліків випливає, що серед цих методів немає однозначного лідера. Найбільшими недоліками їх усіх є необхідність в наявності апріорних даних або суттєвих апаратурних чи часових затрат.

**Формулювання цілей статті.** Ціллю статті є підвищення завадозахищеності радіоприйому за наявності вторинного електромагнітного поля. *Метою роботи* є алгоритми підвищення завадозахищеності радіоприйому за наявності вторинного електромагнітного поля на основі використання фазових співвідношень та амплітуд сигналів на виходах елементарних антен з суміщеним фазовим центром.

### 1. Загальні дані

Повна антенна система з суміщеними фазовими центрами складається з суміщених в одному фазовому центрі трьох рамок та трьох штирів. Дві рамки розміщені вертикально взаємно перпендикулярно, а одна – горизонтально. Штирі – навпаки: два – горизонтально взаємно перпендикулярно, а один – вертикально. В горизонтальній площині (відносно пеленгу  $\alpha$ ) вертикальний штир та горизонтальна рамка є ненаправленими, а дві вертикальні рамки та два горизонтальні штирі – направленими. При цьому орієнтація направлених перших рамки та штиря – „Північ–Південь”, других – „Схід–Захід”. У вертикальній площині (відносно кута місця  $\beta$ ) ненаправленими є тільки горизонтальні штирі, причому тільки для горизонтальних складових електричної напруженості радіохвилі.

На виходах вказаних рамок та штирів під дією радіохвилі виникають сигнали, що описуються системою рівнянь (1):

$$\left. \begin{aligned}
 u_{шпп} \{ \omega t \} &= h_{\theta} (E_e \sin \beta \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0) - E_e \sin \alpha \cos(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\
 u_{шсз} \{ \omega t \} &= h_{\theta} (E_e \sin \beta \sin \alpha \cos(\omega t + \varphi_0) + E_e \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\
 u_{w} \omega t &= h_{\theta} E_e \cos \beta \cos(\omega t + \varphi_0) \\
 u_{рпп} \omega t &= 2h_{\theta} (-E_e \sin(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \beta) \sin \alpha \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi) + \\
 &+ E_e (\cos \beta \sin(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \cos \alpha) + \sin \beta \sin(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \beta) \cos \alpha) \sin(\omega t + \varphi_0)) \\
 u_{рсз} \{ \omega t \} &= 2h_{\theta} (E_e \sin(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \beta) \cos \alpha \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi) + \\
 &+ E_e (\cos \beta \sin(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \sin \alpha) + \sin \beta \sin(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \beta) \sin \alpha) \sin(\omega t + \varphi_0)) \\
 u_{p} \{ \omega t \} &= 2h_{\theta} (E_e \sin \beta (\sin(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \cos \alpha) \sin \alpha - \sin(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \sin \alpha) \cos \alpha) \sin(\omega t + \varphi_0) + \\
 &+ E_e (\sin(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \cos \alpha) \cos \alpha + \sin(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \sin \alpha) \sin \alpha) \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi))
 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де  $u_{шпп} \{ \omega t \}$ ,  $u_{шсз} \{ \omega t \}$  – поточні значення сигналів з круговою частотою  $\omega$  в момент часу  $t$  на виходах горизонтальних штирів „Північ–Південь” та „Схід–Захід” відповідно;

$u_{рпп} \{ \omega t \}$ ,  $u_{рсз} \{ \omega t \}$  – поточні значення сигналів з круговою частотою  $\omega$  в момент часу  $t$  на виходах вертикальних рамок „Північ–Південь” та „Схід–Захід” відповідно;

$u_w \{ \omega t \}$ ,  $u_p \{ \omega t \}$  – поточні значення сигналів з круговою частотою  $\omega$  в момент часу  $t$  на виходах вертикального штиря та горизонтальної рамки відповідно;

$h_{\theta}$ ,  $d$  – діюча та фізична довжина антенного елемента відповідно;

$E_e, E_z$  – амплітудні значення вертикальної та горизонтальної складових вектора електричної напруженості  $\vec{E}$  радіохвилі відповідно;

$\alpha, \beta$  – кути приходу радіохвилі в горизонтальній та вертикальній площинах відповідно;

$\varphi_0, \varphi_0 + \psi$  – початкові фази вертикальної та горизонтальної складових електричної напруженості радіохвилі відповідно;

$\lambda$  – довжина радіохвилі;

$\{ \}$  – позначення функціональної залежності.

В залежності від співвідношення значень вертикальної  $E_e$  та горизонтальної  $E_z$  складових вектора електричної напруженості  $\vec{E}$ , а також від значення різниці між їх фазами  $\psi$  радіохвиля може мати наступні види повної поляризації:

а) еліптична поляризація, коли кінець вектора  $\vec{E}$  описує еліпс, в площині перпендикулярній радіопроміню, при цьому поляризація може бути правою –  $RZ$  або лівою –  $LZ$  залежно від напрямку обертання вектора  $\vec{E}$ ;

б) лінійна (або плоска) поляризація, коли вектор  $\vec{E}$  зберігає постійний напрямок (еліпс вироджується в пряму лінію);

в) кругова (або циркулярна) поляризація, коли кінець вектора  $\vec{E}$  описує коло в площині, перпендикулярній радіопроміню (еліпс вироджується в коло) [СЭС, с. 1033, *Електроника*, с. 422–423, ФЭС, с. 575–576, *политехн*], с. 39,9 *РТ-ЕНД*, с. 106].

Еліптична поляризація виникає в загальному випадку сталої різниці фаз  $\psi$ , а лінійна та кругова поляризації є її виродженнями. Якщо  $\psi = 0$  або  $\psi = \pi$ , то еліпс вироджується в пряму, якщо  $\psi = \frac{\pi}{2}$  або

$\psi = \frac{3\pi}{2}$  та амплітуди ( $E_e, E_z$ ) відповідних компонент ( $\vec{E}_e, \vec{E}_z$ ) вектора  $\vec{E}$  рівні, то – в коло, а якщо

$\psi = \frac{\pi}{2}$  або  $\psi = \frac{3\pi}{2}$  та амплітуди ( $E_e, E_z$ ) відповідних компонент ( $\vec{E}_e, \vec{E}_z$ ) вектора  $\vec{E}$  нерівні, то поляризація еліптична орієнтована по осі, причому, якщо  $E_e > E_z$ , то еліпс орієнтований вертикально, а якщо  $E_e < E_z$ , то – горизонтально.

У свою чергу, лінійна поляризація має свої граничні випадки:

а) лінійна вертикальна (або вертикальна –  $V$ ) поляризація, коли  $E_e > 0$ , а  $E_z = 0$  (тобто кут поляризації дорівнює  $\frac{\pi}{2}$ , площина поляризації – вертикальна, а вектор магнітної напруженості радіохвилі  $\vec{H}$  – у горизонтальній площині);

б) лінійна горизонтальна (або горизонтальна –  $H$ ) поляризація, коли  $E_e = 0$ , а  $E_z > 0$  (тобто кут поляризації дорівнює  $0$ , площина поляризації – горизонтальна, а вектор магнітної напруженості радіохвилі  $\vec{H}$  – у вертикальній площині).

Якщо розміри антени  $d$ , порівняно з довжиною радіохвилі  $\lambda$ , такі, що  $\pi d \ll \lambda$ , то маємо (2):

$$\left. \begin{aligned} \sin\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \beta\right) &\approx \frac{\pi d}{\lambda} \sin \beta \\ \sin\left(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \cos \alpha\right) &\approx \frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \cos \alpha \\ \sin\left(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \sin \alpha\right) &\approx \frac{\pi d}{\lambda} \cos \beta \sin \alpha \end{aligned} \right\} . \quad (2)$$

З врахуванням (2) система (1) спрощується і приймає вигляд:

$$\left. \begin{aligned} u_{шпн} \{ \omega t \} &= h_0 (E_e \sin \beta \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0) - E_e \sin \alpha \cos(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_{шсз} \{ \omega t \} &= h_0 (E_e \sin \beta \sin \alpha \cos(\omega t + \varphi_0) + E_e \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_{ш} \{ \omega t \} &= h_0 E_e \cos \beta \cos(\omega t + \varphi_0) \\ u_{рпн} \{ \omega t \} &= h_p (E_e \cos \alpha \sin(\omega t + \varphi_0) - E_e \sin \beta \sin \alpha \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_{рсз} \{ \omega t \} &= h_p (E_e \sin \alpha \sin(\omega t + \varphi_0) + E_e \sin \beta \cos \alpha \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_p \{ \omega t \} &= h_p E_e \cos \beta \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

де  $h_p = 2 \frac{\pi d}{\lambda} h_0$ .

При цьому:

а) у вертикальній площині (відносно кута місця  $\beta$ ) ненаправленими є не тільки горизонтальні штирі для горизонтальних складових електричної напруженості радіохвилі, а й вертикальні рамки для вертикальних складових;

б) система (1.3) має однозначний розв'язок відносно пеленгаційних кутів  $\alpha$  та  $\beta$ .

Для вертикально-поляризованих радіохвиль система (3) має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} u_{шпн} \{ \omega t \} &= h_0 (E_e \sin \beta \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0)) \\ u_{шсз} \{ \omega t \} &= h_0 (E_e \sin \beta \sin \alpha \cos(\omega t + \varphi_0)) \\ u_{ш} \{ \omega t \} &= h_0 E_e \cos \beta \cos(\omega t + \varphi_0) \\ u_{рпн} \{ \omega t \} &= h_p (E_e \cos \alpha \sin(\omega t + \varphi_0)) \\ u_{рсз} \{ \omega t \} &= h_p (E_e \sin \alpha \sin(\omega t + \varphi_0)) \\ u_p \{ \omega t \} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

а для горизонтально-поляризованих радіохвиль – такий вигляд:

$$\left. \begin{aligned} u_{шпн} \{ \omega t \} &= h_0 (-E_e \sin \alpha \cos(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_{шсз} \{ \omega t \} &= h_0 (E_e \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_{ш} \{ \omega t \} &= 0 \\ u_{рпн} \{ \omega t \} &= h_p (-E_e \sin \beta \sin \alpha \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_{рсз} \{ \omega t \} &= h_p (E_e \sin \beta \cos \alpha \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_p \{ \omega t \} &= h_p E_e \cos \beta \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

При цьому в системі (4) надлишковими є перше, друге та шосте рівняння, а в системі (5) – третє, четверте та п'яте. Виходячи з цього, для однозначного та повного визначення параметрів вертикально- та горизонтально-поляризованих радіохвиль достатніми є системи (6) та (7) відповідно:

$$\left. \begin{aligned} u_{ш} \{ \omega t \} &= h_0 E_e \cos \beta \cos(\omega t + \varphi_0) \\ u_{рпн} \{ \omega t \} &= h_p (E_e \cos \alpha \sin(\omega t + \varphi_0)) \\ u_{рсз} \{ \omega t \} &= h_p (E_e \sin \alpha \sin(\omega t + \varphi_0)) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} u_{шпн} \{ \omega t \} &= h_0 (-E_e \sin \alpha \cos(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_{шсз} \{ \omega t \} &= h_0 (E_e \cos \alpha \cos(\omega t + \varphi_0 + \psi)) \\ u_p \{ \omega t \} &= h_p E_e \cos \beta \sin(\omega t + \varphi_0 + \psi) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Таким чином, задачу усунення завадового впливу вторинного ЕМП можна звести до усунення впливу завадової складової (горизонтальної чи вертикальної) поля, що дасть можливість перетворення системи (3) в систему (6) або (7).

Подається два варіанти розв'язання задачі в залежності від того, яка поляризаційна складова радіохвиль є завадовою (горизонтальна чи вертикальна).

## 2. Усунення завадового впливу горизонтальної складової, спричиненого вторинним ЕМП

Використовуємо неповну антенну систему, яка складається із сполучених в одному фазовому центрі вертикального штиря та двох вертикальних взаємно перпендикулярних рамок. Приймально-

підсилювальні тракти встановлені на виходах штиря та рамок, а вимірювачі амплітуд та різниці фаз – на виходах цих трактів.

Сигнали на виходах штиря  $u_w \{\omega t\}$  і рамок  $u_{рпп} \{\omega t\}$  та  $u_{рсз} \{\omega t\}$  описуються відповідними (третім, четвертим та п'ятим) виразами системи (1.3). Аналіз показує, що вказані вирази дадуть систему (1.6), коли  $\sin(\omega t + \varphi_0 + \psi) = 0$ . Пропонується наступний алгоритм: на подальшу обробку надходять тільки ті значення сигналів, які зняті в моменти часу, коли значення різниці фаз сигналів з рамок дорівнює 0 (або коли значення різниці фаз сигналів з будь-якої рамки та штиря становить  $\pm \pi/2$ ) [13].

Якщо в антенній системі додатково використати горизонтальну рамку [14], сигнал на виході якої описується шостим рівнянням системи (1.3), то можна реалізувати і такий алгоритм: на подальшу обробку надходять тільки ті значення сигналів, які зняті в моменти часу, коли значення сигналу на виході горизонтальної рамки дорівнює 0. У цьому випадку відпадає необхідність у вимірювачі різниці фаз.

### 3. Усунення заводового впливу вертикальної складової, спричиненого вторинним ЕМП

Використовуємо неповну антенну систему, яка складається із сполучених в одному фазовому центрі двох горизонтальних взаємно перпендикулярних штирів та горизонтальної рамки. Приймально-підсилювальні тракти встановлені на виходах штирів та рамки, а вимірювачі амплітуд та різниці фаз – на виходах цих трактів.

Сигнали на виходах штирів  $u_{шпп} \{\omega t\}$ ,  $u_{шсз} \{\omega t\}$  та рамки  $u_p \{\omega t\}$  описуються відповідними (першим, другим та шостим) виразами системи (1.3). Аналіз показує: вказані вирази дадуть систему (1.7), коли  $\cos(\omega t + \varphi_0) = 0$ . Пропонується наступний алгоритм: на подальшу обробку надходять тільки ті значення сигналів, які зняті в моменти часу, коли значення різниці фаз сигналів зі штирів дорівнює  $\pm \pi$  (або коли значення різниці фаз сигналів з будь-якого штиря та рамки становить  $\pm \pi/2$ ).

Якщо в антенній системі додатково використати вертикальний штир, сигнал на виході якого описується третім рівнянням системи (1.3), то можна реалізувати і такий алгоритм: на подальшу обробку надходять тільки ті значення сигналів, які зняті в моменти часу, коли значення сигналу на виході вертикального штиря дорівнює 0. У цьому випадку також відпадає необхідність у вимірювачі різниці фаз.

#### Висновки.

Запропоновані алгоритми підвищення заводозахисності радіоприйому за наявності вторинного електромагнітного поля на основі використання фазових співвідношень та амплітуд сигналів на виходах елементарних антен з суміщеним фазовим центром на відміну від відомих алгоритмів не потребують наявності апріорних даних або суттєвих апаратних чи часових затрат.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Кукес И.С., Старик М.Е. Основы радиопеленгации. – М.: Сов. радио, 1964. – 640 с.
2. Дулевич В.Е. Теоретические основы радиолокации. – М.: Сов. радио, 1964. – 434 с.
3. Вартамян В.А. Гойхман Э.Ш., Рогаткин М.И. Радиопеленгация. – М.: Воениздат, 1966. – 248 с.: ил.
4. Мезин В.К. Радиопеленгация. – Изд.-во ВАС, 1975.
5. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебн. пособие для вузов. – М.: Сов. радио, 1979. – 376 с.
6. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Воениздат, 1989. – 350 с.: ил.
7. Радіотехніка: Енциклопедичний навчальний довідник: Навч. посібник. / За ред. Ю.Л. Мазора, Є.Л. Мачуського, В.І. Правди. – К.: Вища школа, 1999. – 838 с.: іл.
8. Балинов В.В., Березин Ю.В., Полищук С.Е., Рыжов Д.Е. Помехоустойчивость КВ радиосвязи при одно- и двухлучевом распространении радиоволн в ионосфере. // Материалы конференции «Физика и применение микроволн-97» в Красновидово 26–31 мая 1997 года. – <http://nls.phys.msu.ru/school/thesis97/index.h>. – 13.06.2004. – 18 Кб.
9. Вертоградов Г.Г., Кондаков Е.В. Уменьшение влияния многолучевости на точность определения углов прихода интерферометрическими методами // Радіотехніка. – 2003. – № 1. – С. 86–90.
10. Gething P.I. Radio direction-finding and the resolution of multi-component wave-fields. – London, 1978.

11. *Афраймович Э.Л.* Интерференционные методы радиозондирования ионосферы. – М.: Наука, 1982. – 198 с.
12. *Аврамиди И.Г., Барабашов Б.Г., Вертоградов Г.Г.* Способ снижения влияния многолучевости на точность определения углов прихода радиоволн // Радиотехника. – 1983. – № 9. – С. 69.
13. *Виноградов А.Д., Ковальчук В.Т., Ремезов Б.Н.* Использование фазовых соотношений принимаемых радиоволн в амплитудных радиопеленгаторах для расширения их функциональных возможностей / ЖФ НИИ комплексной автоматизации. – Житомир, 1989. – 16 с. – Рус. – Деп. в ЦООНТИ «ЭКОС», Справка о депонировании рукописи № 23. под девизом "Рубин-23". – Реф. в: Реферативное издание "ЭКОС". – 1989. – Вып. 3.
14. *Виноградов А.Д., Ковальчук В.Т., Ремезов Б.Н. Ясырев Ю.В.* Расширение функциональных возможностей амплитудных радиопеленгаторов введением горизонтальной рамочной антенны / ЖФ НИИ комплексной автоматизации. – Житомир, 1989. – 13 с. – Рус. – Деп. в ЦООНТИ «ЭКОС», Справка о депонировании рукописи № 24. под девизом "Рубин-24". – Реф. в: Реферативное издание "ЭКОС". – 1989. – Вып. 3.

КОВАЛЬЧУК Валерій Тадеушович – здобувач кафедри автоматизації управління технічними системами Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– дослідження в галузі радіотехніки.

Подано 22.03.2005

**Ковальчук В.Т.** Підвищення заводозахищеності радіоприйому за наявності вторинного електромагнітного поля

**Ковальчук В.Т.** Повышение помехозащищенности радиоприема при наличии вторичного электромагнитного поля

**Koval'chuk V.T.** Increasing of interference proof factor of the radio reception in the presence of secondary electromagnetic field

УДК 621.317.361

**Підвищення заводозахищеності радіоприйому за наявності вторинного електромагнітного поля / В.Т. Ковальчук**

Запропоновані алгоритми підвищення заводозахищеності радіоприйому за наявності вторинного електромагнітного поля на основі використання фазових співвідношень та амплітуд сигналів на виходах елементарних антен з суміщеним фазовим центром.

УДК 621.317.361

**Повышение помехозащищенности радиоприема при наличии вторичного электромагнитного поля / В.Т. Ковальчук**

Предложены алгоритмы повышения помехозащищенности радиоприема при наличии вторичного электромагнитного поля на основе использования фазовых соотношений и амплитуд сигналов на выходах элементарных антенн с совмещенным фазовым центром.

УДК 621.317.361

**Increasing of interference proof factor of the radio reception in the presence of secondary electromagnetic field / V.T. Koval'chuk**

Author of the article offers algorithms for increasing of interference proof factor of the radio reception in the presence of secondary electromagnetic field on the basis of use of the phases differences and amplitudes of signals on output of elementary antennas with common centre of phases.