

КОНТРОЛЬ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ІЗОТРОПНО ВИПРОМІНЮВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ АНТЕН КОНТРОЛЬНО-КОРЕКТУЮЧИХ СТАНЦІЙ ОЦІНКИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ ОБ'ЄКТА

Супутникові радіонавігаційні системи (СРНС) впевнено завойовують чільне місце в арсеналі радіотехнічних засобів визначення місцеположення і параметрів руху мобільних об'єктів. З розширенням сфери використання СРНС зростають і вимоги щодо точності радіонавігаційних визначень (РНВ). Тому зараз актуальним є впровадження диференційних визначень в тих обшарах простору, де необхідно істотно підвищити точність радіонавігаційних випромінювань. При цьому виникає потреба в розгортанні і введенні в експлуатацію контрольно-коректуючих станцій (ККС). Як правило, точність РНВ мусить бути достатньо високою на таких локальних територіях, де насиченість простору радіотехнічними засобами значна. Так наприклад, це в повній мірі відноситься до зон аеропортів, де використання СРНС для посадки літаків можливо тільки при наявності ККС. Очевидно, що передача диференційних поправок з ККС вимагає використання певного радіоканалу в зонах зі складною електромагнітною обстановкою. Тому, безперечно, функціонування ККС може бути ефективним тільки при забезпеченні електромагнітної сумісності (ЕМС).

Відомо [1], що в сучасних умовах важливим параметром забезпечення як ЕМС, так і нормального функціонування в робочій зоні маяка є ізотропно випромінювана потужність P_i , на яку встановлюються жорсткі норми. Тому ця величина контролюється не тільки операторами, що забезпечують функціонування системи, але і відповідними службами, які визначають правильність використання ліцензованих частот.

Отже, при введенні ККС в експлуатацію відразу ж необхідно буде встановити контроль за рівнем ізотропно-випромінюваної потужності.

З визначення цієї величини в міжнародних документах випливає, що

$$P_i = P_A G(\theta, \varphi), \quad (1)$$

де P_A – потужність, що підводиться до входу передавальної антени,

$G(\theta, \varphi)$ – коефіцієнт підсилення передавальної антени в заданому напрямі, який характеризується зенітним кутом θ і азимутальним кутом φ .

Розглянемо спосіб контролю P_i за допомогою метода порівняння. Нехай антена ККС знаходиться на відстані r від місця, на якому будуть встановлені засоби контролю. Очевидно, що при використанні сигналів СРНС для заходу на посадку таким місцем може бути область простору, яка вміщує частину траєкторії заходу на посадку та точку прийняття рішень екіпажем літака.

Напруженість поля випромінювання антени ККС визначено як

$$E(\theta, \varphi) = \frac{\sqrt{60 P_A G(\theta, \varphi)}}{r} W, \quad (2)$$

де W – множник послаблення напруженості електромагнітної хвилі, що поширюється від антени ККС до антени пристрою моніторингу. Використовуючи позначення (1), густину потужності біля контрольної антени запишемо у вигляді

$$\Pi = \frac{P_A G(\theta, \varphi) W^2}{4\pi r^2} = \frac{P_i W^2}{4\pi r^2}. \quad (3)$$

На вході приймача пристрою моніторингу потужність при доброму узгодженні P_{np} залежить від діючої площі приймальної антени S_δ і коефіцієнта корисної дії фідера η_ϕ

$$P_{np} = PS_\delta \eta_\phi a_{пол} = PG_{np} \eta_\phi \frac{\lambda^2}{4\pi} a_{пол}, \quad (4)$$

де $a_{пол}$ – коефіцієнт поляризаційного узгодження;

G_{np} – коефіцієнт підсилення приймальної антени, λ – довжина хвилі, на якій працює радіоканал.

Використовуючи значення густини потужності (3), знаходимо

$$P_{np} = \frac{a_{пол} \lambda^2 P_i G_{np} \eta_\phi W^2}{(4\pi r)^2}. \quad (5)$$

Звідси отримуємо формулу

$$P_i = \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right)^2 \frac{P_{np} r^2}{G_{np} a_{пол} \eta_\phi W^2}. \quad (6)$$

Формула (6) може використовуватися для розрахунку P_i при вимірюванні певних величин, тобто для визначення P_i при опосередкованих вимірюваннях. Недолік таких вимірювань полягає в тому, що досить важко знайти множник послаблення для певної радіотраси.

Тільки в випадку рівнинної плоскої радіотраси з однорідними параметрами діелектричної проникності ґрунту ε та провідності σ можна розраховувати множник послаблення за формулою [2]:

$$W = \frac{4\pi}{\lambda} \frac{\sqrt{h_1^2 + h_0^2} \sqrt{h_2^2 + h_0^2}}{r}, \quad (7)$$

де h_1 , h_2 – висота підвісу передавальної і приймальної антен, h_0 – мінімальна ефективна висота антени, що визначається як

$$h_0 = \frac{\lambda}{2\pi q}, \quad (8)$$

де при вертикальній поляризації

$$q = \left| \frac{\sqrt{\varepsilon - i60\lambda\sigma - \cos^2 \gamma}}{\varepsilon - i60\lambda\sigma} \right|$$

і при горизонтальній поляризації

$$q = \left| \sqrt{\varepsilon - i60\lambda\sigma - \cos^2 \gamma} \right|.$$

Тут γ – кут ковзання рівний

$$\gamma = \arctg \frac{h_1 + h_2}{r}.$$

При використанні значення множника (7) ізотропно випромінювана потужність знаходиться з виразу

$$P_i = \frac{P_{np} r^4}{a_{нол} \eta_{\phi} G_{np} (h_1^2 + h_0^2)(h_2^2 + h_0^2)}. \quad (9)$$

В цьому випадку довжина хвилі, яку використовують в радіолінії входить в неявному вигляді в значення h_0 .

Іноді формулу (6) краще використовувати у вигляді

$$P_i = \left(\frac{4\pi}{c} \right)^2 \frac{P_{np} r^2 f^2}{a_{нол} \eta_{\phi} G_{np} W^2}, \quad (10)$$

де $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, f – частота електромагнітних коливань.

Відносна похибка непрямого (опосередкованого) вимірювання P_i визначається як сума відносних похибок величин, що входять в вираз (10)

$$\delta P_i = \delta P_{np} + 2\delta r + 2\delta f + \delta a_{нол} + \delta \eta_{\phi} + \delta G_{np} + 2\delta W.$$

Якщо δr – похибка в визначенні відстані і δf – похибки в визначенні частоти дуже малі і ними можна знехтувати, то похибки δP_{np} , $\delta a_{нол}$, $\delta \eta_{\phi}$, δG_{np} можуть досягти досить великих значень (десятки відсотків), тому загальна точність непрямого вимірювання низька.

Підвищити точність вимірювання величини P_i можна, використовуючи метод порівняння.

В цьому випадку біля антени ККС на тій же висоті відносно поверхні землі встановлюється еталонна антена, для якої можна з високою точністю виміряти підведену потужність P_A^e і для якої відоме значення коефіцієнта підсилення G_e , тобто відома еквівалентна ізотропно випромінювання потужність $P_i = P_A^e G_e$.

Очевидно, що для потужності P_i^e можемо згідно з виразом (10) записати

$$P_i^e = \left(\frac{4\pi}{c} \right)^2 \frac{P_{np}^e r^2 f_e^2}{a_{нол}^e \eta_{\phi} G_{np} W^2}, \quad (11)$$

де P_{np}^e – потужність на вході приймача, яка виділяється в наслідок приймання хвиль еталонної антени на частоті f_e ; $a_{нол}^e$ – коефіцієнт поляризаційного узгодження антени пристрою моніторинга і еталонної антени.

Використовуючи вирази (10) і (11), отримуємо

$$P_i = P_i^e \frac{a_{нол}^e P_{np} f^2}{a_{нол} P_{np}^e f_e^2}. \quad (12)$$

Похибка вимірювання P_i визначається як

$$\delta P_i = \delta P_i^e + 2\delta a_{нол} + 2\delta P_{np} + 4\delta f, \quad (13)$$

Якщо використати часове ущільнення передачі інформації, то сигнал еталонної антени буде транслюватися на тій же частоті, що і сигнали ККС. При цьому похибка визначення частоти зменшується до нуля. Суттєвого зменшення похибки $\delta a_{пол}$ можна досягти, якщо в антені моніторингу передбачити можливість вимірювання параметрів поляризаційного еліпса. Для цього потрібно використати в антені моніторингу дві взаємно перпендикулярні антени лінійної поляризації і вимірювач зсуву фаз. Розрахунок коефіцієнта поляризаційного узгодження виконується за відомими формулами.

Помітною складовою загальної похибки вимірювання P_i є похибка визначення потужності на вході приймача P_{np} і P_{np}^e . Її можна уникнути, якщо використати лінію зворотного зв'язку, за допомогою якої передавати сигнали розбіжності P_{np} і P_{np}^e . За допомогою цих сигналів можна впливати на потужність, яка підводиться до еталонної антени, щоб добитися рівності $P_{np} = P_{np}^e$. Тоді похибка $2\delta P_{np}$ може зменшитися до значення розбалансу різниці $P_{np} - P_{np}^e = \varepsilon$.

Отже, в методі порівняння загальну похибку вимірювання P_i можна зменшити до рівня

$$\delta P_i = \delta P_{np}^e + 2\delta a_{пол} + \varepsilon \quad (14)$$

Першу складову в сумі, що знаходиться в правій частині рівняння (14), можна при застосуванні звичайних засобів вимірювання зменшити до рівня 3-5%. Орієнтовні розрахунки показують, що загальна похибка визначення P_i методом порівняння буде знаходитися в межах від 7% до 10%.

Література:

1. Справочник по радиомониторингу. Международный союз электросвязи. Женева, 1998, с.558.
2. Долуханов М.П. Распространение радиоволн. М.: Связь, 1972, с.336 .

Поступила 12.12.2000 р.

УДК 681.61

Самохвалов Ю.Я.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАЩИТНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Введение. В последнее время уделяется большое внимание вопросам обеспечения безопасности данных в информационных системах (ИС). Это связано с тем, что основой современных ИС, как правило, являются территориально распределенные компьютерные системы (вычислительные сети), которые обуславливают существенное расширение перечня реальных угроз утечки, модификации, искажения, разрушения и уничтожения информации.

На сегодняшний день разработчики систем защиты основное внимание, как правило, уделяют реализации самих защитных механизмов, а не средств управления ими. Такое положение свидетельствует о непонимании и недооценке разработчиками большого