

**ІНФОРМАТИКА, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА
ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ**

УДК 621.396.002

С.І. Березіна, к.т.н., с.н.с.**В.М. Коновалов, с.н.с.***Військовий науковий центр космічних досліджень (при ХВУ)***Г.В. Худов, к.т.н., докторант***Харківський військовий університет***МЕТОДИКА ПОШУКУ І ВИЯВЛЕННЯ НАЗЕМНИХ ВИПРОМІНЮЮЧИХ
ОБ'ЄКТІВ У КОСМІЧНИХ СИСТЕМАХ РЯТУВАННЯ КОСПАС–САРСАТ
З ВИКОРИСТАННЯМ ОДНОБАЗОВОГО РІЗНИЦЕВО-ДАЛЕКОМІРНОГО
КОМПЛЕКСУ ЗІ ЗМІННОЮ БАЗОЮ**

Коротко викладається сутність нового різновиду різницево-далекомірною методу визначення координат радіобуїв, установлених на суднах та літаках, що терплять нещастя, при якому використовується новий спосіб формування штучного багатобазового комплексу на основі однобазового різницево-далекомірною комплексу зі змінною базою. Розглянуто можливість використання апріорної інформації про місце розташування суден та літаків, що терплять нещастя, для здійснення їхнього пошуку та виявлення.

Постановка проблеми у загальному вигляді

В даний час для визначення координат нерухомих наземних джерел випромінювання на дальностях від декількох сотень км до декількох тисяч км використовується пеленгаційний метод [1]. Точність визначення координат наземних джерел випромінювання складає від десятків до сотень кілометрів у залежності від діапазону роботи джерела випромінювання. Міжнародна супутникова система аварійного сповіщення Коспас–Сарсат, призначена для виявлення та визначення місця розташування потерпілих нещастя суден, літаків, людей. Ця система здійснює радіоконтроль у діапазоні частот 406,0–406,1 МГц і 121,5 МГц [1]. При цьому географічне положення випромінюючих радіобуїв визначається системою (доплерівське визначення місця розташування) з точністю 2–3 км для радіобуїв, що працюють у діапазоні 406 МГц, та до 20 км для радіобуїв, що працюють на частоті 121,5 МГц [1]. При цьому пошуки людей, що потерпіли нещастя, можуть продовжуватися декілька діб. У статті оцінюється можливість підвищення точності визначення координат випромінюючих аварійних радіобуїв з використанням нового різновиду різницево-далекомірною методу. Розглядається можливість використання апріорної інформації про місце розташування аварійного радіобуя для здійснення його спільного пошуку та виявлення.

Аналіз останніх досягнень та публікацій

Для визначення координат джерела випромінювання різницево-далекомірним методом необхідно забезпечити як мінімум 3 пункти прийому випромінювання [2, 3]. При влученні в зону огляду системи радіоелектронного спостереження двох джерел випромінювання з однаковими параметрами сигналів неминуче виникають помилкові пеленги. Для боротьби з ними в [2] пропонується в угруповання приймальних пунктів вводити додатковий пункт прийому, утворювати додаткову базу, будувати додаткову лінію положення і селектувати правдиві пеленги від помилкових за числом перетинань ліній положення на координатній площині. При використанні цього відомого принципу усунення помилкових пеленгів введення додаткового пункту прийому й утворення додаткової бази спричиняє істотне збільшення вартості системи. При цьому виникає також проблема, що пов'язана з великими розмірами простору, де необхідно здійснювати пошук та виявлення джерел випромінювання [2, 3]. Космічний сегмент системи Коспас – Сарсат складається, як мінімум, з чотирьох космічних апаратів (КА), розташованих на полярних кругових орбітах з обертом навколо земної кулі 100 хвилин, при цьому постійно оглядається ділянка поверхні діаметром порядку 5000 км [1]. Задачі пошуку та виявлення в системі вирішуються незалежно один від одного.

Постановка задачі та виклад матеріалів досліджень

Оцінимо можливість пошуку та виявлення випромінюючого радіобуя в системі, що складається з двох приймачів, які випромінюють сигнал та переміщуються в просторі. При цьому утвориться тільки одна база (рис. 1) і використовується некогерентний принцип

формування штучної апертури великогабаритної антени в системі приймачів, що рухаються, та новий спосіб пошуку, виявлення та визначення координат випромінюючих об'єктів в однобазовому різницево-далекомірному комплексі зі змінною базою [4, 5].

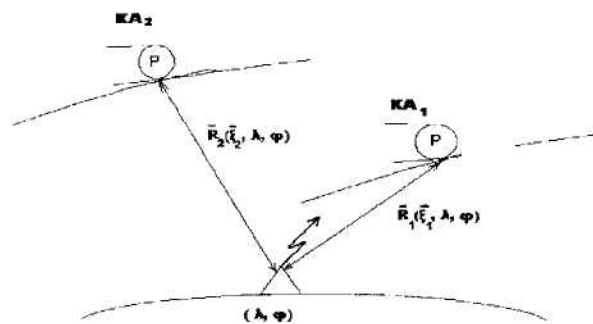


Рис. 1. Принцип побудови однобазового різницево-далекомірному комплексу зі змінною базою

Узагальнена структура такого комплексу представлена на рис. 2.

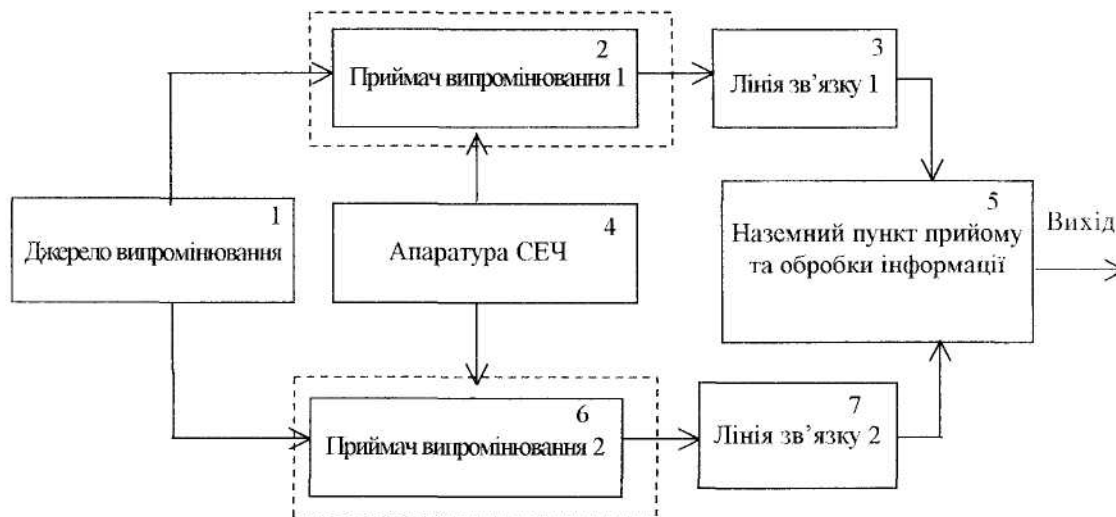


Рис. 2. Узагальнена структура однобазового різницево-далекомірному комплексу

Суть запропонованого способу полягає в наступному. Два приймачі випромінювання розташовують на двох рухомих пунктах прийому з відомими на кожен момент часу координатами. Сигнали, що випромінюються наземним джерелом з невідомими координатами, приймаються приймачами кожного пункту (рис. 1, 2). Прийняті сигнали за допомогою апаратури системи єдиного часу прив'язуються до міток єдиного часу і через лінії зв'язку передаються на наземний пункт прийому й обробки вимірювальної інформації. Потім, на наземному пункті прийому й обробки вимірювальної інформації, сигнали порівнюються між собою і вимірюється поточна різниця дальностей між двома пунктами та наземним джерелом радіовипромінювання. За допомогою обмірювальної різниці дальностей між пунктами прийому та наземним джерелом випромінювання формується перша лінія положення – лінія рівних різниць дальностей. Після переміщення пунктів прийому до інших просторових положень формується штучний багатобазовий комплекс і відповідно друга, третя та наступна лінії положення. Число штучних баз може досягати сотень і навіть тисяч. Координати джерела випромінювання пропонується визначати за точкою перетину ліній рівних різниць дальностей, отриманих послідовно в часі за деякий інтервал спостережень у штучному багатобазовому комплексі (рис. 3).

Нехай апріорне місце розташування об'єкта задається апріорною щільністю його розподілу $u(x)$, де x – координата об'єкта. Скористаємося результатами, отриманими в [6], для здійснення процесу спільного пошуку та виявлення випромінюючих об'єктів з використанням апріорної інформації. Оптимізаційна задача при цьому формулюється в наступному вигляді:

$$\begin{aligned}
 P_1(\gamma_1, t) &= \int_{\Omega(t)} u(x)P(\gamma_1 / H_1, x)dx \rightarrow \max; \\
 \lambda(x, t) &\geq 0, \quad x \in \Omega(t), \quad t > 0; \\
 \int_{\Omega(t)} \lambda(x, t)dx &= L_0, \quad t > 0; \\
 \int_0^t \lambda(x, t)dt &= \varphi(x, t); \\
 \int_{\Omega(t)} \varphi(x, t)dx &= L_0 t,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де $\Omega(t)$ – поточна зона огляду зони пошуку Ω (рис. 4);

$P_1(\gamma_1, t)$ – безумовна імовірність виявлення випромінюючого об'єкта за час t у зоні огляду $\Omega(t)$;

$P(\gamma_1 / H_1, x)$ – умовна імовірність виявлення об'єкта;

L_0 – задана функція;

$\lambda(x, t)$ – функція щільності чи пошуку стратегії пошуку;

$\varphi(x, t)$ – пошукове зусилля в точці x на момент часу t .

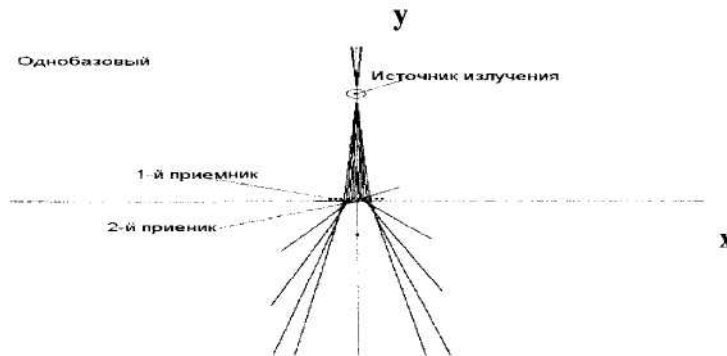


Рис. 3. Визначення координат випромінювання воднобазових різницево-далекомірних комплексів зі змінною базою

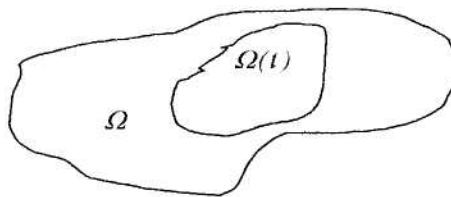


Рис. 4. Співвідношення поточної зони огляду $\Omega(t)$ та зони пошуку Ω

Рішення оптимізаційної задачі (1) будемо шукати в класі рівномірно-оптимальних стратегій пошуку [6]. Методика рішення полягає в наступному: за апіорними даними про імовірне місце аварії повітряного чи морського судна знаходиться щільність імовірності $u(x)$, визначається область первинного пошуку, вирішується диференціальне рівняння Аркіна [6], знаходиться міра області поширення стратегії пошуку, що визначає розміри поточної зони огляду $\Omega(t)$ [6]. Стратегія пошуку знаходиться як

$$\lambda(x, t) = \begin{cases} \frac{L_0}{\Omega(t)}; & \text{для } x \in \left[-\frac{\Omega(t)}{2}; \frac{\Omega(t)}{2} \right] \\ 0; & x \in \Omega \setminus \left[-\frac{\Omega(t)}{2}; \frac{\Omega(t)}{2} \right] \end{cases},
 \tag{2}$$

а функція пошукового потенціалу представляється у вигляді $\varphi(x) = \int_{t(x)}^t \lambda(x, t)dt$, де $t(x)$ – має сенс часу початку перегляду точок x зони пошуку.

Визначивши кількість пошукового потенціалу, накопиченого в точках x зони пошуку, можна розрахувати умовну та безумовну імовірності правильного виявлення випромінюючого об'єкта за час пошуку.

Висновки та напрямки подальших досліджень

1. Запропоновано новий різновид різницево-далекомірною методу виміру координат нерухомих випромінюючих об'єктів для космічних систем рятування Коспас-Сарсат.

2. Сформульована оптимізаційна задача спільного пошуку та виявлення випромінюючих об'єктів з використанням апріорної інформації про їхнє місце розташування.

3. У загальному вигляді отримані вирази для міри області поширення стратегії пошуку, що визначає розміри поточної зони огляду $\Omega(t)$, зони пошуку Ω , функції стратегії пошуку та пошукового потенціалу.

4. У подальших дослідженнях необхідно задаватися конкретними видами функцій $u(x)$, $\lambda(x,t)$, $\varphi(x,t)$ для одержання показників якості спільного пошуку та виявлення випромінюючих об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Матеріали сайту <http://www.mountain.ru/radio/library/2001/kospas> от 26.03.2003 года.
2. Кондратов В.С., Котов А.Ф., Марков Л.Н. Многопозиционные радиотехнические системы. – М.: Радио и связь, 1986. – 263 с.
3. Многопозиционные радиотехнические системы / В.С. Кондратьев, А.Ф. Котов, Л.Н. Марков; Под ред. проф. Цветнова В.В. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.
4. Пат. 43565 А України, МКИ G01S5/06. Спосіб визначення координат наземного джерела радіовипромінювання: пат. 43565 А України, МКИ G01S5/06 / Д.В. Голкін, В.П. Деденок, Г.В. Худов, С.І. Березіна, О.С. Бутенко (Харківський військовий університет). – № 2001021234; заяв. 20.02.2001; опубл. 17.12.2001. Бюл. № 11.
5. Пат. 46388 А України, МКИ G01S5/06. Спосіб визначення координат джерела радіовипромінювання в одnobазовому вимірювальному комплексі: пат. 46388 А України, МКИ G01S5/06 / Д.В. Голкін, В.П. Деденок, Г.В. Худов, С.І. Березіна, О.С. Бутенко (Харківський військовий університет). – № 2001074694; заяв. 05.07.2001; опубл. 15.05.2002. Бюл. № 5.
6. Голкін Д.В., Худов Г.В. Постановка задачі спільної байєсовської оптимізації пошуку та виявлення об'єктів в радіолокаційних системах // Збірник наукових праць „Системи обробки інформації” / НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – Вип. 6 (22). – С. 383–389.

БЕРЕЗІНА Світлана Іванівна – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Військового наукового центру космічних досліджень (при Харківському військовому університеті).

Наукові інтереси:

– визначення координат у пасивних радіотехнічних системах.

Тел.: 8-0572-43-80-65.

КОНОВАЛОВ Валерій Михайлович – старший науковий співробітник Військового наукового центру космічних досліджень (при Харківському військовому університеті).

Наукові інтереси:

– пошук об'єктів у складних інформаційних системах.

Тел.: 8-0572-43-80-65.

ХУДОВ Геннадій Володимирович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, докторант Харківського військового університету.

Наукові інтереси:

– пошук, виявлення та визначення координат об'єктів у складних інформаційних системах.

Тел.: 8-0572-43-80-65.