

## **НОРМАТИВНІ МОДЕЛІ ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ ЛЮДИНОЮ-ОПЕРАТОРОМ**

*Правенький Є. Є.*

*(Науковий керівник Бичковський В. О., к.т.н., доцент )*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,*

*Радіотехнічний факультет*

На сучасному етапі розвитку радіоелектронних систем одним із шляхів досліджень процесів пошуку є складання математичних моделей, які відбивають об'єктивні закономірності пошуку [1,2,3]. В умовах радіоелектронної протидії (РЕП) в критичних ситуаціях рішення буде приймати людина-оператор [4]. Адекватною до обставин пошуку може бути нормативна модель стохастичного рівня [3].

Розглянемо ситуацію, коли людина-оператор (ЛО) знаходиться на борту об'єкта, який рухається з постійним курсом та швидкістю. В іншій ситуації рухається не спостерігач, а ціль відносно нерухомого спостерігача [2]. Тоді щільність ймовірності курсових кутів цілі

$$W_1(\varphi) = \frac{1}{2} \cos \varphi, \quad \varphi \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right].$$

Таким чином, априорна ентропія курсових кутів цілі

$$H_0 = - \int_{-\pi/2}^{\pi/2} W_1(\varphi) \log_2 W_1(\varphi) d\varphi.$$

Якщо  $\Delta\varepsilon$  – ентропійне значення помилки у визначенні  $\varphi$ , то кількість інформації, що надходить до оператора

$$I = H_0 - \log_2 \Delta\varepsilon.$$

Розглянемо ситуацію, коли за умови максимальної відстані спостереження  $R_{\max}$  об'єкт може спостерігатись в будь-якій точці лінійної ділянки. Траверзна відстань  $R_T$  є найбільш небезпечною (рис.1).

Введемо полярну систему координат, прийнявши траверзну лінію за нормаль. Тоді  $R$ — полярний радіус,  $\varphi$ — полярний кут. Нехай цілі можуть опинитися рівноймовірно на ділянці від  $x_{\min}$  до  $x_{\max}$ . Тоді щільність ймовірності величини  $x$

$$W_1(x) = \frac{1}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad x \in [x_{\min}, x_{\max}].$$

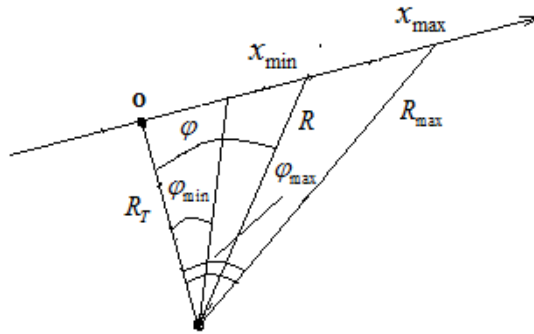


Рис.1. Пошук об'єктів на лінійній ділянці

На підставі рис.1 визначаємо

$$x = R_T \operatorname{tg} \varphi, \quad (1)$$

$$x_{\min} = R_T \operatorname{tg} \varphi_{\min}, \quad (2)$$

$$x_{\max} = R_T \operatorname{tg} \varphi_{\max}. \quad (3)$$

Визначимо щільність ймовірності

$$W_{1\varphi}(\varphi) d\varphi = W_1(x) dx. \quad (4)$$

На підставі формули (4) запишемо

$$W_{1\varphi}(\varphi) = W_1(x) \left| \frac{dx}{d\varphi} \right|. \quad (5)$$

Приймаючи до уваги залежності (1)-(5), знаходимо

$$W_{1\varphi}(\varphi) = \frac{1}{(\operatorname{tg} \varphi_{\max} - \operatorname{tg} \varphi_{\min}) \cos^2 \varphi}, \quad \varphi \in [\varphi_{\min}, \varphi_{\max}]. \quad (6)$$

Аналіз залежності (6) показує, що результати пошуку суттєво залежать від співвідношення між  $\varphi_{\min}$  та  $\varphi_{\max}$ , що накладає певні умови для забезпечення найбільшої ефективності пошуку об'єктів.

Таким чином, проведено системно-інформаційний аналіз процесу пошуку цілей. Отримані результати дають можливість визначити кількість інформації та швидкість її надходження до людини-оператора.

### Література

1. Модели пространственного и частотного поиска. Монография./Под ред. Ю.Л. Козирацкого -М.: Радиотехника. 2013. – 344 с.
2. Горбунов В.А. Эффективность обнаружения целей/ В.А. Горбунов.- М.: Воениздат.- 1979. – 160с.
3. Абчук В.А. Поиск объектов/ В.А. Абчук, В.Г.Суздаль.-М.:Сов. Радио. – 1977. – 336с.
4. Вакин С.А. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки/ С.А. Вакин, Л.Н. Шустов. -М.:Сов. радио.- 1968. – 448с.