

УДК 621.396.96:004.94

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЛОКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В РІЗНОМАНІТНИХ УМОВАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Головатенко С.В., Стрілкова Т. О.

e-mail: serhii.holovatenko@nure.ua, tetiana.strilkova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МТС,
м. Харків, Україна

This research is dedicated to the development of software for modeling the operation of a location system under various observation conditions. The research presents the advantages and disadvantages of radio and optical location tools. The main factors affecting optical location systems are discussed. The structure of the informational model for the process of registering optical radiation by optical location systems is presented. The issues of modeling optical processes are considered, and methods for generating data to simulate external and internal interference are outlined.

Одним з найефективніших способів спостереження повітряного простору є оптична локація, яка дозволяє з високою точністю визначати відстань до об'єктів різноманітного походження, вона дозволяє з високою точністю визначати їх координати [1, 2]. Отримання локаційної інформації здійснюється в процесі прийому та обробки локаційних сигналів, які формуються в результаті вторинного або власного випромінювання об'єктів і є носіями інформації [3]. На відміну від радіолокаційного спостереження вона позбавлена таких недоліків як: 1) високе споживання енергії, 2) високий рівень завад, який пов'язаний з відбиттям сигналів від місцевих предметів, 3) обмеженою зоною огляду, через конфігурацію діаграми спрямованості антени [1]. Також на відміну від РЛС в блоках фотоприймачів оптичного локатора практично не використовують посилення сигналів на несучій частоті, так як при цьому ускладнюються конструкція і утруднюється огляд простору. Відеочастотне посилення використовується переважно у видимому та ультрафіолетовому (УФ) діапазоні, де є малощумливі приймачі із зовнішнім фотоелементом (тобто з вибиванням електронів квантами оптичного випромінювання з фотокатода). Радіочастотне посилення використовується в ІЧ діапазоні. Зовнішній фотоелемент у цьому діапазоні не реалізується через недостатню енергію кванта випромінювання, а гетеродинний прийом знижує значущість шумів внутрішнього фотоелементу.

Пристрої обробки відео- і радіосигналів забезпечує виявлення, вимірювання, класифікацію і розпізнавання цілей в автоматичному режимі або за участю оператора [4].

Однак перед практичною розробкою систем спостереження стає проблема визначення їх потенційної ефективності через вплив зовнішніх та внутрішніх факторів [5].

Метою роботи є створення комп'ютерної (інформаційної) моделі процесу реєстрації оптичного випромінювання системами оптичної локації. В докладі обговорюється розробка програмного засобу який дозволяє моделювати роботу локаційної системи в різноманітних умовах спостереження.

Структура інформаційної моделі процесу реєстрації оптичного випромінювання системами оптичної локації представлено на рисунку.



Рисунок - Структура інформаційної моделі

Запропонований програмний засіб дозволяє моделювати можливість виявлення повітряних цілей в умовах впливу зовнішніх та внутрішніх факторів, які створюють завади, в залежності від рівня їх впливу. Серед таких факторів можна виділити:

- Власний шум фотоприймача, який суттєво підвищується зі зменшенням освітлення;
- Погодні умови (дощ, сніг, туман, дим, тощо);
- Джерела світла (сонце, місяць, зірки та відбиття світла у атмосфері);
- Забруднення оптики приймача.

Даний програмний засіб дозволяє імітувати наступні завади:

- Шум оптичної матриці (з регулюванням інтенсивності в залежності від чутливості до освітлення).
- Забруднення оптики приймача, як рівномірної (пил) так і згрупованої (краплі дощу чи сніг).
- Туман, дощ та сніг, джерела світла (стаціонарні та динамічні)

Імітація завад складається з двох складових, внутрішні завади та зовнішні. Моделювання даних завад реалізовано за допомогою генераторів

випадкових чисел, які реалізовані за допомогою декількох алгоритмів, які можна обирати в процесі моделювання. Серед реалізованих алгоритмів містяться наступні:

Метод лінійного конгруентна:

$$X_{n+1}=(aX_n+c) \bmod m,$$

де X_n – поточне число a, c, m – константи, \bmod – операція взяття по модулю.

Алгоритм Xorshift:

Цей алгоритм заснований на побітових операціях «виключного чи» та зсуву:

$$X_n=X_{n-1} \oplus (X_{n-1} \ll a) \oplus (X_{n-1} \gg b),$$

де: \ll та \gg – операції зсуву вліво чи вправо, a та b – константи,

\oplus – операція XOR.

За допомогою цих алгоритмів формуються масиви даних для імітації внутрішніх та зовнішніх завад. На які потім накладаються дані імітаційного повітряного об'єкту та розраховується можлива ефективність його відстеження та визначення координат та параметрів.

Таких чином, запропонований програмний засіб дозволяю швидко та оптимально оцінити можливість застосування різноманітних апаратних оптичних засобів в різноманітних зовнішніх умовах.

Список використаних джерел:

1. Свид І.В. Обод І.І., Головатенко С.В., Дацько С.В. Оцінка якості визначення координат повітряних об'єктів кооперативними радіолокаційними системами спостереження повітряного простору. // Радіотехніка : Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. 2023. Вип. 214. - С. 102-114. doi: 10.30837/rt.2023.3.214.09.

2. Стрелкова Т.О., Литюга О.П., Калмиков О.С., Кожушко Я.Н., Неофітний М.В. Оптико-електронні технології супроводження рухомих об'єктів // IX International Conference on Optoelectronic Information Technologies “PHOTONICS-ODS 2020” Ukraine, Vinnytsia, VNTU October 5-7, 2020, pp. 25.

3. Стрелков А. И., Москвитин С. В., Лытюга А. П., и Стрелкова Т.А. Оптическая локация. Теоретические основы приема и обработки оптических сигналов. Харьков, Украина: Апостроф, 2010.

4. Strelkova T., Lytyuga A., Kalmykov A., Khoroshun G., Riazantsev A., Ryazantsev O. Influence of a signal description model on the calculations of the efficiency indicators of optoelectronic systems // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. – 4/5 (106). – pp. 41-50.

5. Strelkova T.A., Lytyuga A.P., Kalmykov A.S. Statistical Characteristics of Optical Signals and Images in Machine Vision Systems Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0. 2021, Pages: 134-162. DOI: 10.4018/978-1-7998-6522-3.ch005.