

УДК 621.38:621.391

## **ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ З УРАХУВАННЯМ УМОВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ**

Стрілкова Т. О.<sup>1</sup>, Крохмаль А. В.<sup>2</sup>

e-mail: tetiana.strilkova@nure.ua<sup>1</sup>, andrii.krokhmal@nure.ua<sup>2</sup>

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП<sup>1,2</sup>  
м. Харків, Україна

This work is devoted to the modeling of optoelectronic systems, considering observation conditions. The output signal of such systems represents an additive mixture of background and signal components. The study aims to analyze these factors and develop a simulation approach to improve the accuracy and reliability of optoelectronic system performance. The study presents a model of image formation under different conditions, considering several noise sources. Each mode is characterized by distinct parameters of stochastic processes for both signal and background components, with their ratio also being considered.

Актуальність теми роботи. Оптико-електронні системи виконують широкий спектр задач, зокрема виявлення, супроводження та розпізнавання об'єктів. Основними перевагами таких систем є висока точність виявлення. Дані системи знайшли використання в багатьох наукових та виробничих галузях, серед яких моніторинг дефектів на виробництві, астрономічні дослідження, військова розвідка та інші. Широка область застосування оптико-електронних систем обумовлює різноманіття умов, в яких використовуються ці системи. Умови спостереження характеризуються різними значеннями сигнальної та фонові складові відгуку оптичного приймача.

В оптико-електронних системах характеристики виявлення визначаються статистичними, енергетичними та геометричними параметрами сигналу й перешкод. У традиційних методах виявлення сигналів в оптико-електронних системах застосовується порогова обробка. Сигнал вважається виявленим, якщо амплітуда електричного сигналу, створеного окремим елементом матриці фотоприймачів, перевищує заданий поріг. Для забезпечення надійного виявлення необхідно, щоб рівень сигналу перевищував флуктуації фонові складові [1]. Домогтися підвищення ймовірності виявлення можна кількома шляхами: оптимізацією параметрів тепло- або телевізійної системи спостереження, покращенням методу виявлення, застосуванням методів постобробки сигналів та зображень [2], комплексуванням з іншими технічними засобами тощо. У даній роботі розглянуто перший підхід.

Отже, для покращення характеристик виявлення об'єкта необхідно враховувати характеристики об'єкта та його оточення, а також параметри фотоелектронної системи, зокрема фотоприймача [3]. Тому дослідження

впливу умов спостереження на формування зображень є актуальною науково-практичною задачею.

Мета роботи: провести моделювання роботи оптико-електронних систем з урахуванням умов спостереження.

Моделювання. Вихідний сигнал оптико-електронних систем являє собою адитивну суміш фонових і сигнальних складових. Шум в експериментальних оптичних зображеннях може виникати через вібрації, турбулентність повітря, розбіжність оптичних компонентів, технологічні відхилення у виробництві елементів, вплив джерела світла на приймач.

Відповідно до загальноприйнятих статистичних моделей вихідних сигналів в оптико-електронних системах, вихідний стохастичний потік підпорядковується пуассонівському розподілу (за умови, що інтенсивність світлового сигналу не флюктує в часі). При реєстрації великої кількості фотоелектронів розподіл Пуассона можна апроксимувати нормальним (гаусівським) розподілом [3]:

$$P(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\bar{n}}} e^{-\frac{(n-\bar{n})^2}{2\bar{n}}}$$

Де  $\bar{n}$  – середнє значення кількості фотоелектронів, що реєструються.

Використання гаусівської математичної моделі для опису вихідних сигналів пов'язане з її відносною простотою та здатністю адекватно описувати природні шумові процеси.

Для досягнення мети роботи було виконано моделювання відгуку багатоелементного приймача оптико-електронної системи. При моделюванні було враховано шуми, пов'язані з флюктуаціями сигнальної та фонові складових, шуми, обумовлені проходженням сигналу через оптичну ланку та взаємодією з приймачем, внутрішні шуми сенсору.

В доповіді представлено моделювання процесу формування зображення в умовах нічної зйомки, складних умов спостереження та достатньої освітленості.

Кожний режим характеризується різними параметрами стохастичних процесів, як сигнальної так і фонові складові, також враховано їх співвідношення. Режим нічна зйомка характеризується низькими рівнями освітленості. Режиму складні умови спостереження (наприклад туман) притаманні, наприклад такі параметри, як зниження контрастності, об'єктів, які спостерігаються. Режим роботи системи в умовах достатньої освітленості характеризується необхідністю корегування часу спостереження щодо запобігання насичення багатоелементних фотоприймачів, або забезпечення реєстрації швидкорухомих об'єктів.

На рисунку 1 представлено результати моделювання з урахуванням фізико-технічних параметрів обраного режиму реєстрації у вигляді Big Data (матриці відгуків багатоелементного фотоприймача).

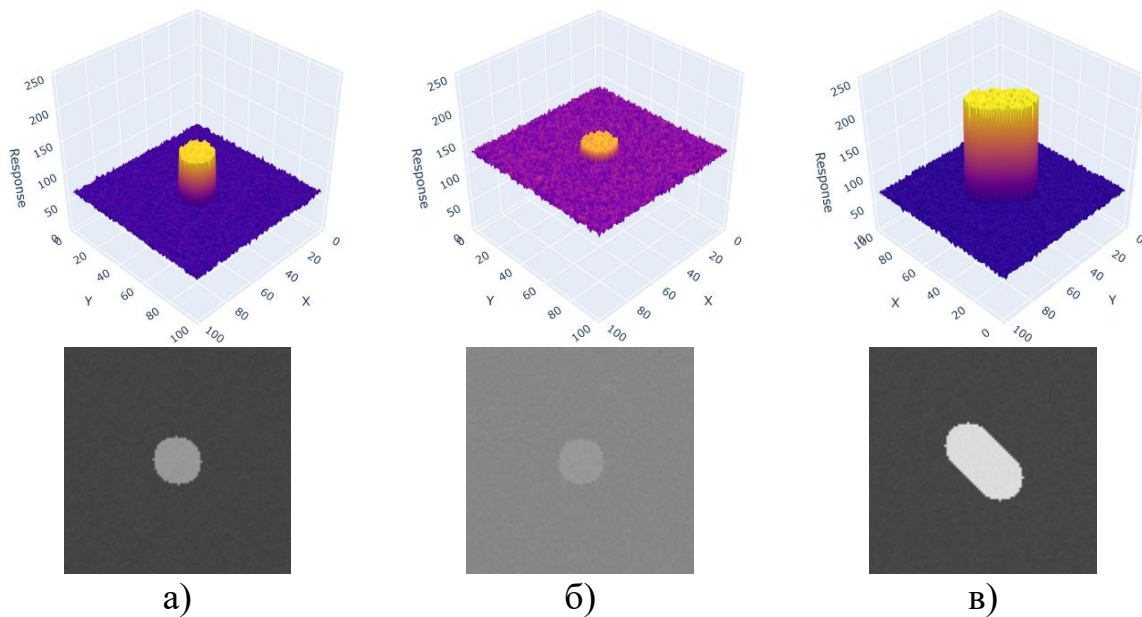


Рисунок 1 – Моделювання процесу формування зображення оптико-електронними системами з урахуванням умов спостереження  
 а) режим нічна зйомка; б) режим складних умов спостереження; в) режим достатнього освітлення (реєстрація швидкорухомого об'єкта)

Висновки. Результати моделювання показали, що при розробці квазіоптимальних алгоритмів, які спрямовані на вирішення задач виявлення, розпізнавання та супроводження за допомогою оптико-електронних систем, необхідно враховувати стохастичні параметри, як сигнальної так і фонових складових, що змінюються від умов спостереження. Це дозволить збільшити ефективність оптико-електронних систем завдяки створенню та удосконаленню методів оброблення сигналів, що враховують фізико-математичні та технічні параметри обраних режимів та умов спостереження.

#### Список використаних джерел:

1. T. Strelkova, A. Lytuyga, A. Kalmykov, G. Khoroshun, A. Riazantsev, O. Ryazantsev, Influence of a signal description model on the calculations of the efficiency indicators of optoelectronic systems Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, № 4/5 (106) 2020, pp. 41-50.

2. Захожай О. І., Крохмаль А. В. Метод і програмне забезпечення символічного перетворення растрових зображень – Наукові вісті Далівського університету. №26. 2024р. DOI: 10.33216/2222-3428-2024-26-1.

3. Стрількова Т. О. Розвиток стохастико-детермінованої теорії прийому та обробки сигналів в оптико-електронних системах : автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.11.07 «Оптичні прилади та системи» / Стрількова Тетяна Олександрівна ; М-во освіти і науки України, Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського. – Київ, 2017. – 40 с.