

- [2] Gian-Franco Dalla Betta, Marco Povoli «Progress in 3D Silicon Radiation Detectors», *Frontiers in Physics*, 2022, vol. 10, pp. 1-17.
- [3] Т. О. Стрілкова, О. С. Калмиков, Г. М. Бендеберя, М. І. Пятайкина, О. В. Поліщук «Стохастичні моделі вихідних сигналів в оптико-електронних системах», *Колективна монографія «Сучасні технології в науці та освіті»*, Сєверодонецьк, 2021, с. 256-259.
- [4] Т. О. Strelkova, A. I. Strelkov, V. M. Kartashov, A. P. Lytyuga, A. S. Kalmykov. «Methods of Reception and Signal Processing in Machine Vision Systems», *Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0.*, 2021, pp. 71-102.

УДК 681.785.4: [535.37+535.36+577.344]

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОШИРЕННЯ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В АНІЗОТРОПНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Калмиков О. С., Стрілкова Т. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

Харків, Україна

E-mail: oleksandr.kalmykov@nure.ua, tetiana.strilkova@nure.ua

Методики дослідження надслабкого випромінювання біологічних об'єктів поділяють: за факторами, які викликають хемілюмінесценцію; за часовим та просторовим розподілом; статистичними особливостями розподілу потоку сигнальних фотонів за часом та простором; статистичним аналізом шумової складової приймачів випромінювання.

Біологічні тканини являють собою середовища з низьким рівнем поглинання та високою здатністю розсіювання у видимому та інфрачервоному спектрі електромагнітних хвиль. Оптичне випромінювання в біологічних тканинах може поглинатися хромофорами. Розсіювання визначається морфологією біологічної тканини. Різниця показників заломлення клітинної мембрани, цитоплазми, мітохондрій, міжтканинної рідини суттєво впливають на розсіювання оптичного випромінювання в тканинах.

При великих рівнях розсіювання фотони можуть переміщуватись в середовищі впродовж деякого часу та розповсюджуватись довгими траєкторіями. Випромінювання характеризується дифузним, субдифузним та супердифузним процесом.

Основними методами реєстрації надслабкого випромінювання є фотометричний та фотографічний.

Труднощі при прийманні надслабкого оптичного випромінювання виникають при застосуванні кількісних методів обробки результатів. Процеси реєстрації характеризуються величинами відношення сигнал/шум менш 5, що ускладнює виявлення корисного випромінювання.

В роботах [1, 2] представлені моделі розповсюдження оптичного випромінювання в анізотропних середовищах. Особлива увага приділяється аналізу особливостей часового та просторового розподілу фотонів. Нами в роботах [3, 4] були представлені стохастичні моделі оптичного випромінювання з урахуванням статистичних властивостей та стійких законів розподілення.

В доповіді представлено розроблену модель для дослідження процесу розповсюдження фотонів в анізотропному середовищі. Модель враховує стохастичні параметри випромінювання, середовища, шумів фотоприймача. Процес формування генеральної сукупності випадкових величин ґрунтується на фізичній природі виникнення та розповсюдження надслабкого випромінювання в біологічних тканинах та взаємодії випромінювання з елементами фотоприймального пристрою. Аналізуються статистичні, просторові та енергетичні параметри випромінювання, яке реєструється.

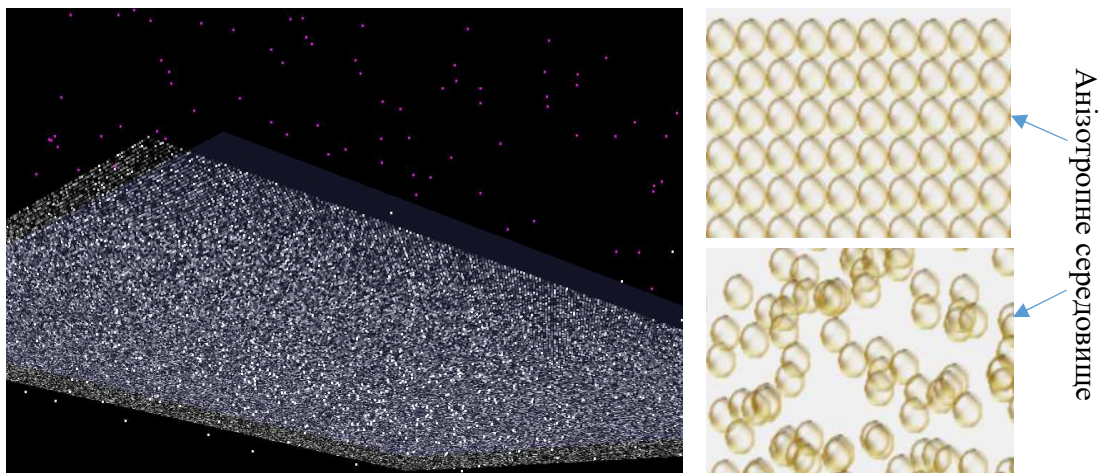


Рис. 1. 3D модель формування відгуку фотоприймача при реєстрації слабкого оптичного випромінювання

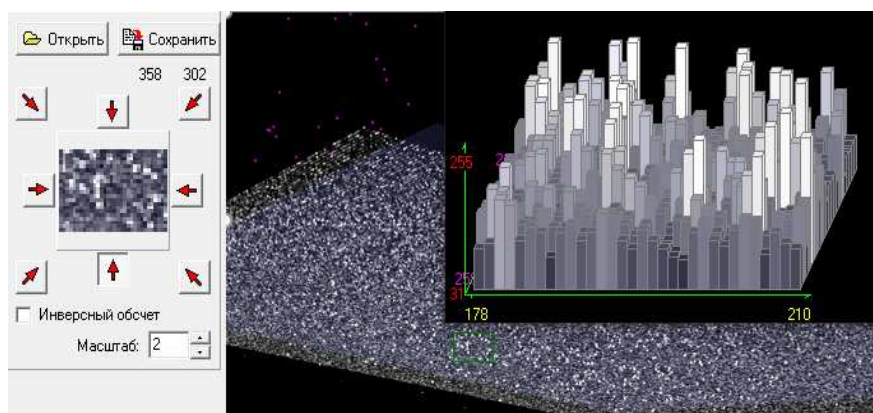


Рис. 2. Побудова гістограми інтенсивностей, які сформовані фотоприймачем за час накопичення

Ключові слова: надслабке випромінювання, хемілюмінесценція, дифузія фотонів, аномальна дифузія, обробка сигналів, оптико-електронна система.

Література

- [1] С. В. Павлов, С. Є. Тужанський, Т. І. Козловська, та А. В. Козак, «Імітаційна модель розповсюдження оптичного випромінювання в біотканинах», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 3, с. 191-194, 2011.
- [2] V. Tuchin, D. Zhu, and E. Genina. *Handbook of Tissue Optical Clearing: New Prospects in Optical Imaging*. CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2022. DOI: 10.1201/9781003025252
- [3] Т. О. Стрілкова, О. С. Калмиков та О. П. Литюга, “Статистична модель сигналів в оптико-електронних системах при реєстрації надслабкого випромінювання”, на *XVII Міжнар. наук.-техн. конф. ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи*, Київ, 2019, с. 34-35.
- [4] Т. О. Стрілкова, О. С. Калмиков, та О. П. Литюга, «Реєстрація надслабкого випромінювання в оптико-електронних системах», на *XXI Між нар. наук.-техн. конф. ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи*, Київ, 2022, с. 28.

УДК 681.758

**АНАЛІЗ ОПТИЧНИХ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ
ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ОБ’ЄКТІВ**

*Денисюк В. Ю., Гарбарчук Р. А., Холонівець А. В.
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна
E-mail: v.denysiuk@lntu.edu.ua*

Сучасне машинобудування, приладобудування, робототехніка, оптичне виробництво, гідротехнічне будівництво та інші галузі промисловості тісно пов’язані з необхідністю точного вимірювання переміщення об’єктів і вимірюванням лінійних розмірів до них. Різноманіття областей використання вимірювачів лінійних переміщень і відстаней, постійне зростання вимог до точності датчиків, діапазону вимірюваних величин, а також спрямованість на вирішення конкретних практичних задач дозволяють говорити про те, що розробка і дослідження нових вимірювачів лінійних переміщень і вимірювачів відстаней, а також удосконалення існуючих датчиків є важливим і актуальним завданням.

З відомих високоточних методів вимірювання лінійних переміщень можна виділити інтерференційний і триангуляційний, а також метод з використанням оптичних растрів.

Лазерні інтерферометри мають великий діапазон вимірювання і високу точність, проте вони також мають високу вартість і складні в експлуатації. Триангуляційні датчики прості в реалізації і мають різні діапазони вимірюваних відстаней, що залежать від бази датчика, але меншу точність, ніж у інтерферометрів. Широко поширені датчики на оптичних растрах, основна похибка яких залежить від дискретності фотоприймача, що в них