

УДК 621.38-022.532:004.942

МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ МІКРО- та НАНОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

Головко В. Д., Стрількова Т. О.

e-mail: vasilios.holovko@nure.ua, tetiana.strilkova@nure.ua

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

A modern engineer, in his practical activity, is often forced to conduct experimental research that requires planning of experiments. Establishing the optimal conditions of the studied process is associated with the use of special mathematical methods. One such method, which has received intensive development in recent years, is the method of mathematical planning of experiments.

Математичне планування експерименту є ключовим інструментом для ефективного аналізу, оптимізації та прогнозування характеристик мікро- та наноелектронних систем.

Розвиток мікро- та наноелектронних систем супроводжується необхідністю аналізу складних багатofакторних процесів, наприклад аналіз процесу розповсюдження оптичного випромінювання в стохастичних середовищах [1]; аналіз процесів реєстрації та обробки стохастичних сигналів [2]; аналіз процесів дослідження напівпровідникових матеріалів [3, 4]. Сучасний рівень розвитку інформаційних технологій надає переваги математичним методам планування експерименту у порівнянні з експериментальними підходами.

Метою роботи є аналіз основних методів математичного планування експерименту, які застосовуються в інформаційному середовищі сучасних мікро- та наноелектронних систем. Особливу увагу приділено методам регресійного аналізу та оптимізації підходів.

Основні методи математичного планування експерименту:

1. Факторний аналіз. Повний факторний експеримент – дозволяє оцінити вплив усіх можливих комбінацій факторів на результат експерименту. Використовується для точного вивчення впливу окремих параметрів.

2. Регресійний аналіз. Побудова математичних моделей залежностей параметрів – дає змогу встановити кількісні зв'язки між змінними та спрогнозувати їхній вплив на кінцевий результат. Визначення нелінійних зв'язків – необхідне для аналізу складних систем, у яких ефекти можуть проявлятися не лінійно. Методи редукції змінних – сприяють зменшенню розмірності простору параметрів без втрати критичної інформації.

3. Методи оптимізації. Метод градієнтного спуску – використовується для мінімізації або максимізації функцій, що описують процеси у мікро- та

наноелектронних системах. Метод відгукових поверхонь – дозволяє знаходити оптимальні умови роботи системи, моделюючи її поведінку на основі експериментальних даних. Еволюційні алгоритми (генетичні алгоритми, рій частинок) – імітують природні процеси адаптації для пошуку оптимальних рішень у складних багатовимірних просторах.

В доповіді представлено методику планування експерименту – процесу реєстрації оптичного випромінювання за допомогою різних фоторимачів. Методика враховує просторово-енергетичні характеристики сигналів, які аналізуються, технічні та технологічні характеристики фотопримачів, а також включає методи аналізу великих даних (Big Data), методи регресійного аналізу для обробки експериментальних даних.

Висновки. Математичне планування експерименту є необхідним інструментом для підвищення ефективності досліджень у мікро- та наноелектроніці. Використання регресійного аналізу та оптимізаційних методів дозволяє значно скоротити витрати часу і ресурсів при аналізі складних процесів при реєстрації оптичного випромінювання. Подальший розвиток цих методів у поєднанні з інформаційними технологіями відкриває нові можливості для розробки високотехнологічних пристроїв та систем.

Список використаних джерел

1. Калмиков О. С., Стрількова Т. О. Моделювання процесу поширення оптичного випромінювання в анізотропному середовищі // XXII Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”. Секція 2. Оптичні та оптико-електронні прилади системи. Фотоніка. 16-17 травня 2023 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна., С. 48-50.

2. Strelkova, T., Strelkov, A. I., Kartashov, V. M., Lytyuga, A. P., & Kalmykov, A. S. (2021). Methods of reception and signal processing in machine vision systems. In Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0 (pp. 71-102).

3. Стрількова Т.О., Калмиков О.С., Бендеберя Г.М., Пятайкіна М.І., Поліщук О.В. Стохастичні моделі вихідних сигналів в оптико-електронних системах // Колективна монографія «Сучасні технології в науці та освіті». 2021. Сєверодонецьк. С. 256-259.

4. Пятайкіна М.І., Стрількова Т.О. Дослідження дефектів дислокації в напівпровідникових матеріалах оптичними методами // ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи : матеріали 22-ої Міжнар. наук.-техн. конференції, 16-17 травня 2023 р. Київ, 2023. С.45-47.