

УДК 621.38-022.532:004.891.3

ЗАСТОСУВАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ГАЛУЗІ МІКРО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Бородін Я. В., Стрілкова Т. О.

e-mail: yaroslav.borodin@nure.ua, tetiana.strilkova@nure.ua

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

The report explores the application of cloud technologies in research processes within micro- and nanotechnologies, specifically for modeling the interaction of optical radiation with semiconductor photostructures. Key scenarios for utilizing cloud computing are analyzed, including process simulation, data analysis of research results. Special attention is given to the use of Google Colab for processing and visualizing experimental data, as well as the creation of mental maps using the Coggle.it service to systematize the stages of the experiment. The modeling of the stochastic process of photon absorption by semiconductor structures is performed the parameters of radiation and the internal noise of the photodetector. The obtained results are presented in the form of diagrams generated using the Matplotlib library, providing a clear interpretation of the data.

В умовах стрімкого розвитку сучасних інформаційних технологій, хмарні обчислення стають потужним інструментом для досліджень у різних галузях науки. Особливий інтерес викликає їх застосування в мікро- та нанотехнологіях, де необхідна обробка великих обсягів даних, проведення численних розрахунків та моделювання.

Метою роботи моделювання процесу дослідження взаємодії оптичного випромінювання з фото- структурами напівпровідників в хмарних середовищах.

Доповідь присвячена застосуванню хмарних технологій у дослідницькі процеси, розгляду практичних сценаріїв їх використанню.

Хмарні обчислення базуються на використанні розподілених ресурсів для обчислень, зберігання та обробки даних. Ця технологія забезпечує гнучкість, масштабованість і високу доступність ресурсів, що є важливими для наукових досліджень у галузі мікро- та нанотехнологій.

Серед основних сценаріїв застосування – моделювання та симуляція процесів, аналіз експериментальних даних, зберігання результатів досліджень, а також організація віртуальних лабораторій. Завдяки хмарним сервісам, дослідники отримують можливість працювати зі складними обчислювальними задачами без необхідності купівлі дорогого обладнання. Мікро- та нанотехнології генерують величезні обсяги даних: від характеристик матеріалів до результатів численних експериментів. Використання технологій Big Data дозволяє ефективно збирати, зберігати і аналізувати ці дані.

Особливе місце займають Python та бібліотека Pandas, що дозволяють

працювати з серіями та дата-фреймами, а також здійснювати побудову графіків і діаграм для наочного представлення результатів.

Віртуалізація забезпечує розгортання ізольованих середовищ для моделювання експериментів. Використання віртуальних машин дозволяє створювати репліки лабораторних умов, що є надзвичайно корисним при дослідженні наноструктур і проведенні чисельних розрахунків.

Інтелектуальні (ментальні) карти сприяють організації і структуруванню інформації. За допомогою сервісів на зразок Coggle.it дослідники можуть візуалізувати взаємозв'язки між різними аспектами експериментальних даних, що підвищує ефективність аналізу та прийняття рішень.

Google Colab – це хмарна платформа, яка дозволяє виконувати обчислювальні завдання з використанням мови програмування Python і її різних бібліотек. Завдяки інтегрованому середовищу для роботи з даними, дослідники мають змогу швидко аналізувати результати експериментів, виконувати побудову графіків, а також здійснювати візуалізацію даних у реальному часі.

В доповіді представлено моделювання процесу реєстрації оптичного випромінювання напівпровідниковими структурами з використанням методу створення ментальних карт для візуалізації процесу взаємодії випромінювання з речовиною. Для систематизації послідовності етапів експерименту та взаємозв'язку між параметрами створено ментальну карту за допомогою сервісу Coggle.it. Отримані графічні залежності та діаграми за допомогою Python в середовищі Google Colab для аналізу та візуалізації даних.

Теоретичним підґрунтям при плануванні експерименту прийнято фізико-математичний опис природи розповсюдження та реєстрації оптичного випромінювання багатоелементними напівпровідниковими структурами, яке описано в [1-3]. Процес розповсюдження та реєстрації фотонів представлено у вигляді стохастичного процесу. Враховано параметри випромінювання та внутрішніх шумів фотоприймача. Проаналізовано статистичні та просторові характеристики випромінювання, які реєструється.

Експериментальні дані (результати вимірювань стохастичного поглинання фотонів фотоприймачами наноструктур) генеруються у середовищі Google Colab і потім обробляються а після візуалізуються за допомогою бібліотеки Matplotlib що дозволяє дослідити стохастичний характер поглинання фотонів. Отримані результати візуалізуються за допомогою графіків і діаграм із використанням бібліотеки matplotlib, що забезпечує наочну інтерпретацію даних, як показано на рисунку.

Хмарні технології сприяють співпраці дослідників у сфері мікро- та нанотехнологій, дозволяючи обмінюватися даними й моделями через платформи, такі як Google Colab чи AWS. Це прискорює обробку великих

наборів даних, усуває географічні бар'єри та знижує витрати на інфраструктуру. Хмарні сервіси забезпечують безпеку даних і підтримують інтеграцію штучного інтелекту, наприклад, для аналізу стохастичного поглинання фотонів наноструктурами. Таким чином, вони спрощують дослідження та відкривають нові можливості для інновацій.

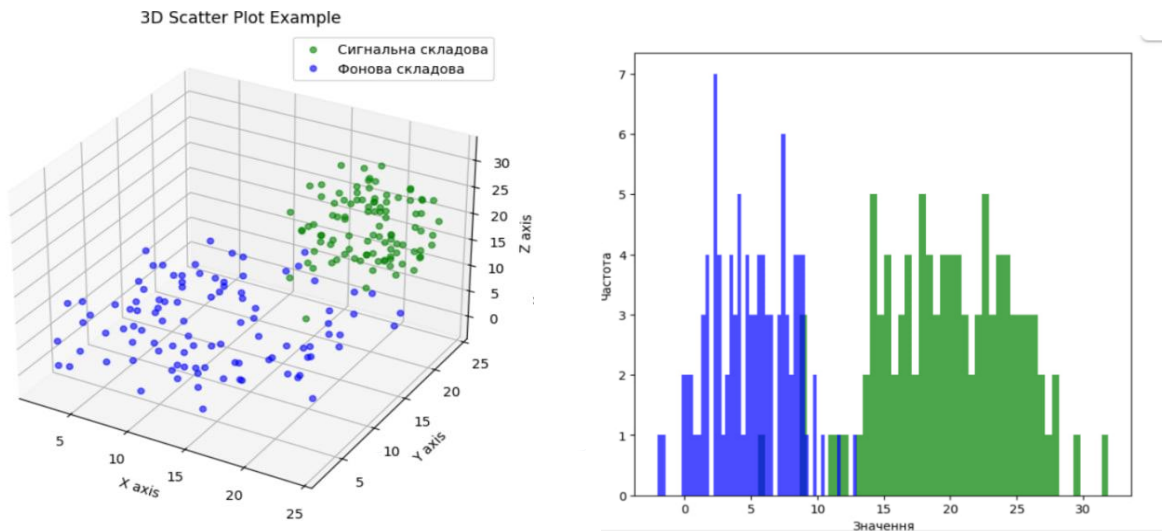


Рисунок Результати вимірювань стохастичного поглинання фотонів фотоприймачами наноструктур

- а) точкова діаграма сигнальної та фонової складової
 б) залежності стохастичних розподілів сигнальної та фонової складової

Висновки. Застосування хмарні технології в сфері мікро- та нанотехнологій на прикладі процесу реєстрації оптичного випромінювання дозволило оптимізувати обчислювальні ресурси та організувати генеруванням, обробку та зберігання експериментальних даних.

Список використаних джерел:

1. 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).

2. 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.

3. Стрількова Т.О., Калмиков О.С., Бендеберя Г.М., Пятайкина 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.