

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
доктору технічних наук, професору
Андрію ФЕЧАНУ

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента кафедри електронної інженерії Національного університету «Львівська політехніка», ІВАНЮК Христини Богданівни на дисертаційну роботу АДАМ'ЯКА Олега Андрійовича на тему «Сигнальні перетворювачі органічних напівпровідникових оптопар для пристроїв сенсорної електроніки», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» зі спеціальності 171 «Електроніка»

Актуальність теми

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню методів та засобів сигнального перетворення органічних напівпровідникових оптопар, які використовуються у сенсорних електронних пристроях. Це дослідження є важливим внеском у розвиток сучасних сенсорних систем, особливо в контексті їх інтеграції в Інтернет речей (IoT) та Індустріальний Інтернет речей (IIoT).

Застосування органічних напівпровідникових оптопар у концепціях "Розумних сенсорів" та "Лабораторій на кристалі" відкриває нові перспективи у створенні енергоефективних, гнучких та високочутливих сенсорних систем, здатних працювати у різних середовищах. Особливо перспективним є їх використання у сфері Інтернету медичних речей (IoMT), що сприяє впровадженню неінвазивного моніторингу фізіологічних параметрів, створенню розумних імплантатів та біосенсорних платформ, які забезпечують безперервний

контроль стану здоров'я пацієнтів у режимі реального часу. Інтеграція органічних оптопар у технологію Lab-on-Chip сприяє мініатюризації діагностичних пристроїв та підвищенню ефективності аналізу біологічних рідин і хімічних сполук на мікрорівні.

Крім того, використання органічних оптопар у сенсорних системах сприяє розвитку технологій злиття даних (Data Fusion), що забезпечує багаторівневу інтеграцію інформації з різних сенсорних джерел, підвищуючи точність та надійність прийняття рішень. Це особливо важливо для застосування в системах штучного інтелекту, робототехніці та адаптивних системах керування, де необхідна швидка та точна обробка великих обсягів даних.

Важливим аспектом дисертаційного дослідження є розгляд сигнальних перетворювачів, здатних до самодіагностики in-situ, що забезпечує автономний контроль стану сенсорних пристроїв під час їхньої роботи. Це дозволяє виявляти зміни параметрів чутливих елементів без зовнішнього втручання, що особливо актуально для імплантованих медичних пристроїв, космічних апаратів та автономних систем екологічного моніторингу.

Достовірність наукових положень та висновків

Обґрунтованість основних наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується проведеними експериментальними дослідженнями, зокрема SPICE-моделюванням, яке застосовувалося для розробки макромоделей органічних оптопар та їх сигнальних перетворювачів. Проведено параметричний аналіз для оптимізації роботи трансімпедансних підсилювачів. Результати експериментальних досліджень узгоджуються між собою та корелюють з роботами інших авторів у цій галузі.

Достовірність отриманих результатів підтверджується їх відображенням у висновках дисертаційної роботи, а також публікацією основних напрацювань у міжнародних наукових журналах та фахових виданнях України. Крім того, результати дослідження були представлені на міжнародних конференціях і впроваджені у виробництво та науковий процес.

Наукова новизна

В результаті проведення досліджень отримано наступні наукові результати:

– розроблено метод синтезу SPICE-макромоделей компонентів оптоелектроніки, що поєднує в собі структури світлодіода та фотоприймача, враховуючи вплив самонагріву, модуляцію оптичного середовища та часову нестабільність. Це сприяє підвищенню ефективності модельних досліджень сигнальних перетворювачів.

– удосконалено метод формальної аналогії, що об'єднує електро-оптичні та електро-теплові аналогії, сигнальне трансімпедансне перетворення та імпедансну спектроскопію, що дозволяє створювати точні макромоделі сигнальних трактів.

– розвинуто метод параметричного аналізу, який базується на вимірювальних перетворювачах імпедансу із квадратурним детектуванням сигналу, що підвищує точність моніторингу часових і температурних змін параметрів оптопар.

– виявлено закономірності трансімпедансного перетворення "фотострум-напруга", що розширює функціональні можливості схем сигнального перетворення та дозволяє визначати кількісні параметри фоторезистивних і фотодіодних механізмів перетворення.

Практичне значення отриманих результатів

Результати моделювання, виконаного у межах дисертаційної роботи, можуть бути використані для розробки високо прецензійних оптоелектронних сенсорних пристроїв на основі органічних оптопар. Крім того, вони можуть бути застосовані у процесі модернізації навчальної дисципліни "Основи моделювання для електронної техніки" на кафедрі ЕЛП, а також у виробничому процесі ДП "Мікроприлад 07" для підвищення завадостійкості входних трактів комбінованих мір напруги.

Серед ключових практичних результатів слід відзначити:

– розробку методу синтезу SPICE-макромоделей, що враховує зміну параметрів світлодіодів та фотоприймачів, спрощуючи процес проектування та

оптимізації сигнальних перетворювачів.

– удосконалення методу параметричного аналізу, що забезпечує детальніший моніторинг часових та температурних змін параметрів оптоелектронних компонентів.

– встановлення закономірностей трансїмпедансного перетворення, що розширює функціональні можливості сенсорних схем.

– використання розроблених методів і моделей у науково-дослідних та інженерних проєктах для створення інноваційних сенсорних систем, що працюють на основі органічної оптоелектроніки.

Відповідність теми дисертації профілю спеціальності

Тематика дослідження повністю відповідає профілю спеціальності 171 "Електроніка". Анотація дисертаційної роботи повністю узгоджується з її змістом і відображає основні наукові результати. Жодних порушень академічної доброчесності не виявлено. Посилання на публікації автора коректно відображають тематику дисертації, що підтверджує її відповідність вимогам наукового дослідження.

Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи.

Незважаючи на низку одержаних автором важливих наукових і практичних результатів, в самій роботі присутні деякі недоліки:

1. В другому розділі роботи доцільно зазначити необхідність перевірки параметрів специфікації моделі в схемах із зворотними зв'язками, для уникнення хибних результатів.

2. В моделі фоточутливої структури оптопари доцільно обмежити кількість функціонально-залежних джерел, які описують складові процесу деградації для щоб не ускладнювати моделювання або розділити складні процеси на простіші на основі окремих субмоделей.

3. В третьому розділі дисертації в обґрунтуванні вибору методу імпедансної спектроскопії для формування інформативного сигналу слід зазначити рівень завадостійкості від паразитного впливу стороннього оптичного випромінювання.

Наведені зауваження ніяк не впливають на загальний високий рівень

виконаної роботи та на загальну оцінку матеріалу дисертації.

Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам

Дисертація Адам'яка О.А. «Сигнальні перетворювачі органічних напівпровідникових оптопар для пристроїв сенсорної електроніки» є завершеною науково-дослідною працею. За своєю актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, обґрунтованістю основних положень та висновків повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів від 12 січня 2022 р. №44 з останніми змінами, внесеними постановою КМ №341 від 21.03.2022 р., а її автор Адам'як Олег Андрійович може бути рекомендований для присудження, за умови розгляду разової спеціалізованої вченої ради Національного університету «Львівська політехніка» йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 171 «Електроніка».

Рецензент

доцент кафедри

електронної інженерії Національного університету

«Львівська політехніка»,

кандидат технічних наук



Христина ІВАНЮК

Підпис к.т.н. Іванюк Х.В. засвідчую

Проректор

Національного університету,

«Львівська політехніка»



Роман ФЕДОРИШИН