

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Бондарєва Дениса Володимировича
на тему «Удосконалення методу калібрування біомедичного фотометру
з еліпсоїдальними рефлекторами»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування
за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Актуальність теми дисертації.

Актуальність вивчення та вдосконалення фотометричних методів у біомедичних дослідженнях обумовлена необхідністю підняття ефективності вимірювань та розширення можливостей засобів фотометричних досліджень для точного визначення оптичних властивостей біологічних тканин. Використання сучасних засобів фотометрії у біомедичних дослідженнях часто супроводжуються проблемами, що пов'язані з високою вартістю. При необхідності дослідження просторового розподілу використовують фотометри з еліпсоїдальними рефлекторами, що додатково супроводжується тривалими затратами часу на визначення оптичних коефіцієнтів.

Запропоноване рішення оптимізації калібрування робить фотометричні дослідження більш доступними та високоефективними для різних лабораторій та клінічних установ. Підвищення точності та доступності таких видів вимірювань в біомедичних цілях може визначити нові стандарти в області медичних досліджень та діагностики, сприяючи розвитку інновацій та покращенню якості медичної практики.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Запропоновано новий підхід для визначення оптичних коефіцієнтів (дифузного відбиття та повного пропускання) біологічних тканин при фотометрії еліпсоїдальними рефлекторами на основі аналізу інформаційної бази оптичних характеристик стандартних зразків досліджених на зразковому спектрофотометрі.

2. З'ясовано зв'язок між інтегральною освітленістю фотометричних зображень при фотометрії еліпсоїдальними рефлекторами зразків та стандартних зразків різної товщини та оптичними коефіцієнтами, отриманими на зразковому спектрофотометрі, що дозволило розробити аналітичну модель функціонування інформаційної системи біомедичної фотометрії.

Достовірність наукових результатів забезпечується використанням зразкового спектрофотометру (сертифікат калібрування якого наведено в додатку) при проведенні експериментальних досліджень. Наведені у роботі наукові положення та висновки повністю обґрунтовані, базуються на фактичних даних, які представлені у роботі в табличному та графічному вигляді. Для оцінки отриманих результатів були використані сучасні методи статистичної обробки даних вимірювання.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках науково-дослідними роботами приладобудівного факультету 2315-П, 0120U102145 «Двоканальні оптико-

електронні системи виявлення та розпізнавання об'єктів» під керівництвом завідувача кафедри Комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів КПІ ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., проф., Безуглого Михайла Олександровича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання удосконалення методу калібрування біомедичного фотометру з еліпсоїдальними рефлекторами шляхом розроблення інформаційної системи еталонних вимірювань у відбитому та пропущеному світлі виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Бондарева Д.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Інформаційно-вимірювальна техніка.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Бондарева Дениса Володимировича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертація складається з вступу, 3 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 170 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, мета та завдання дослідження, об'єкт, предмет і методи дослідження, описано стан розробки даної тематики у вітчизняній та зарубіжній науці, вказано зв'язок роботи з науковою програмою, а також наукова та практична новизна отриманих результатів.

Перший розділ включає результати літературного огляду, що охоплюють аналіз оптичних характеристик біологічних тканин та сучасних біомедичних фотометрів. Детально розглянуто закони та вирази, що описують взаємодію світла з тканинами. Встановлено значущі оптичні параметри біологічних тканин, такі як: коефіцієнт поглинання, розсіювання, фактор анізотропії та показник заломлення.

У другому розділі проаналізовано особливості інверсного методу Монте-Карло під час фотометрії біологічних тканин еліпсоїдальними рефлекторами, що дозволило розробити алгоритм цього методу. Під час аналізу етапів реалізації існуючого методу калібрування фотометра з еліпсоїдальними рефлекторами були розглянуті структурні схеми для проведення еталонних вимірювань повного, колімованого, дифузного пропускання та дифузного відбиття. Описаний процес отримання фотометричних зображень та попереднього калібрування фотометру. Все це дозволило виявити шляхи вдосконалення методу. Розглянуто принципи створення та структуру інформаційної системи, яка підтримує роботу біомедичного фотометру. Сформовано метрологічні засади для попереднього калібрування фотометру з еліпсоїдальними рефлекторами, що забезпечує високу точність вимірювань. Також розглянуті принципи обробки фотометричних зображень, які включають розподіл області інтересу на три складові, кожна з яких характеризує різнонаправлене світлорозсіювання при проходженні та відбитті через зразок.

Третій розділ присвячений програмно-апаратній реалізації удосконаленого методу калібрування фотометру з еліпсоїдальними рефлекторами, де на основі аналізу фізичних, хімічних та оптичних властивостей був обґрунтований вибір твердих полімерних матеріалів. Дослідження стандартних зразків було проведено з використанням зразкових фотометрів, що дозволило отримати спектральні залежності коефіцієнтів пропускання та відбиття. У ході дослідження розроблено алгоритм функціонування інформаційної системи для визначення оптичних коефіцієнтів біологічних тканин на основі порівняння зі стандартним зразком, коефіцієнти якого базуються на регресійному аналізі даних та програмному забезпеченні. У рамках дослідження оптичних властивостей світлорозсіювальних еталонів були визначені характеристики фотометричних зображень та їхні зміни в залежності від параметрів досліджуваних зразків.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 10 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 1 стаття у виданні, віднесених до першого квартилю (Q1) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Також результати дисертації були апробовані на 8 наукових фахових конференціях.

Усі публікації здобувача мають високий науковий рівень. У жодній з публікацій не порушено принципи академічної доброчесності. Особистий внесок здобувача до всіх наукових публікацій, опублікованих зі співавторами та зарахованих за темою дисертації, є вагомим; до більшості - переважним.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Формулювання мети роботи як «підвищення ефективності біомедичної фотометрії еліпсоїдальними рефлекторами шляхом розроблення інформаційної системи еталонних вимірювань у відбитому та пропущеному світлі» (с.17) не є конкретною. Кращий варіант формулювання мети – «зменшення похибок вимірювання світлорозсіювання у біомедичному фотометрі з еліпсоїдальними рефлекторами за рахунок застосування нового метода його калібрування, який відрізняється від відомих тим, що».

2. У дисертації особистий внесок здобувача описується як апробація результатів роботи (с. 18). Але з тексту дисертації стає відомо, що здобувач виконав великий обсяг теоретичних та експериментальних досліджень для обґрунтування запропонованого метода калібрування біомедичного фотометра.

3. У дисертації не наведено достатньо доказів переваги біомедичного фотометра з еліпсоїдальними рефлекторами у порівнянні з різними конструкціями скануючих гоніофотометрів.

4. У дисертації на с. 51 – 54 наведена загально відома та спрощена інформація про матричні фотоприймачі цифрових камер. Замість цієї інформації треба було вказати як параметри оптичної системи та матричного фотоприймача впливають на вимірювання світлорозсіювання зразків у біомедичному фотометрі з еліпсоїдальними рефлекторами.

5. У дисертації не вказано, що процедуру калібрування біомедичного фотометра треба проводити після калібрування цифрових камер, які використовуються (розділ 3). Тобто

спочатку треба було отримати дані про нерівномірність освітлення матричний фотоприймачів, геометричну дисторсію, шумову складову і т.п. Таке попереднє калібрування цифрових камер дозволило мінімізувати похибки вимірювання світлорозсіювання.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Бондарєва Дениса Володимировича на тему «Удосконалення методу калібрування біомедичного фотометру з еліпсоїдальними рефлекторами» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Бондарєв Денис Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка.

Рецензент:

Професор кафедри
комп'ютерно-інтегрованих
оптичних та навігаційних систем,
КПІ ім. Ігоря Сікорського,
д.т.н., доцент



Володимир БОРОВИЦЬКИЙ

М.П.

«15» квітня 2024 року

