

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Бондарєва Дениса Володимировича

на тему «Удосконалення методу калібрування біомедичного фотометра 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.

Сучасний розвиток фотометричних методів у біологічних дослідженнях визначає важливість пошуку нових технологій та підходів для вдосконалення якості та точності отриманих результатів. Застосування сучасних засобів у фотометрії біологічних середовищ, в тому числі досліджень з використанням камер ПЗЗ, надає широкі можливості для лабораторних та клінічних досліджень, але водночас стикається із проблемами, такими як висока вартість фотометрів, важкодоступність та тривалі затрати часу. Удосконалення методу калібрування фотометра з еліпсоїдальними рефлекторами може вирішити ці проблеми, відкриваючи нові перспективи для розвитку фотометричних досліджень біологічних тканин та середовищ.

Розробка ефективних систем з еліпсоїдальними рефлекторами має потенціал щодо поліпшення діагностичних можливостей, забезпечуючи клінічну достовірність результатів і сприяючи розвитку інновацій в галузі біомедичної оптики, тож удосконалення методу калібрування фотометра з еліпсоїдальними рефлекторами є актуальною темою.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- Удосконалено метод калібрування біомедичного фотометра з еліпсоїдальними рефлекторами для визначення оптичних коефіцієнтів повного пропускання та дифузного відбиття біологічних тканин за допомогою створеної інформаційної бази оптичних характеристик стандартних зразків.

- Встановлено взаємозв'язок між інтегральною освітленістю фотометричних зображень при використанні фотометра з еліпсоїдальними рефлекторами та різноманітними стандартними зразками різної товщини.

Достовірність отриманих наукових результатів підтверджується використанням зразкових спектрофотометрів (LAMBDA 1050, Shimadzu UV-3600 Plus) для визначення коефіцієнтів колімованого та дифузного пропускання, дифузного відбиття стандартних зразків. Обґрунтованість наукових результатів підтверджено даними експериментальних досліджень і їх порівнянням з розрахунковими за допомогою MS Excel для регресійного аналізу, а отримані результати за допомогою розробленого програмного забезпечення корелюються з результатами отриманими в інших наукових дослідженнях.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів КПП 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 КПП ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., проф. Безуглого Михайла Олександровича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання підвищення ефективності біомедичної фотометрії еліпсоїдальними рефлекторами внаслідок впровадження інформаційної системи еталонних вимірювань у відбитому та пропущеному світлі в метод калібрування 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 Бондарєва 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 Бондарєва Дениса Володимировича є результатом самостійних

досліджень здобувача та не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату й запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело інформації.

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, описано стан розробки даної тематики у вітчизняній та зарубіжній науці, наведені зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, мета та завдання дослідження, об'єкт, предмет і методи дослідження, а також наукова та практична новизна отриманих результатів. Описано особистий внесок здобувача та представлена інформація щодо апробації результатів дисертації та публікацій.

У першому розділі наведено результати літературного огляду, що стосуються аналізу оптичних характеристик біологічних тканин та сучасних фотометрів у біомедицині. Проаналізовано взаємодію світла з тканинами та закони, які це описують, а також методи моделювання цих процесів. Встановлено значущі оптичні параметри біологічних тканин, такі як коефіцієнт поглинання, розсіювання, фактор анізотропії та показник заломлення.

У другому розділі вивчено особливості інверсного методу Монте-Карло в контексті фотометрії біологічних тканин з використанням еліпсоїдальних рефлекторів, що відображено в алгоритмі даного методу. На основі вже існуючого методу калібрування фотометра з еліпсоїдальними рефлекторами були запропоновані структурні схеми для проведення еталонних вимірювань для визначення повного, колімованого, дифузного пропускання та дифузного відбиття. У пункті "Особливості та прикладна реалізація удосконаленого методу калібрування біомедичного фотометру з еліпсоїдальними рефлекторами" розглянуті принципи створення інформаційної системи для такого фотометра. Розглянута структура цієї системи, що включає базу даних з результатами вимірювань, засоби аналізу фотометричних зображень та програмне забезпечення для визначення оптичних коефіцієнтів. Запропонована схема фотометру з одноелементними фотодетекторами, яку доцільно використовувати в умовах, коли не потрібне просторове розподілення розсіяного світла.

У третьому розділі досліджено програмно-апаратну реалізацію удосконаленого методу калібрування фотометру з еліпсоїдальними рефлекторами, починаючи з аналізу фізичних, хімічних та оптичних властивостей. Ретельний аналіз дозволив обґрунтувати вибір твердих полімерних матеріалів для використання як стандартних зразків у калібруванні фотометру з ЕР. Дослідження стандартних зразків проведено з використанням зразкових фотометрів, що дозволило отримати спектральні залежності коефіцієнтів пропускання та відбиття. Обґрунтування вибору елементної бази для прототипу фотометра з ЕР проведено з особливим акцентом на стабільність джерела випромінювання та властивостях біологічних тканин. У ході дослідження розроблено алгоритм функціонування інформаційної системи для еталонних вимірювань, що базується на регресійному аналізі даних та програмному забезпеченні. Представлені приклади фотометричних зображень стандартних зразків та аналіз їх освітленості, що дозволило виявити закономірності у поведінці відбитого та пропущеного світла.

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-ми 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; у більшості публікацій є переважним.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. При обґрунтування вибору стандартних зразків зазначено, що у процесі фотометрії біологічних об'єктів можливе використання фантомів, які можна

умовно розділити на дві категорії: рідкі та тверді, втім, при виборі твердих стандартних зразків не наведено їх переваги над рідкими, також у роботі не розглядаються принципи відповідності стандартних зразків біологічним тканинам.

2. Для розробки прототипу фотометра з еліпсоїдальними рефлекторами розглянуті критерії вибору елементної бази, як зазначено у роботі розміри еліпсоїдального рефлектора повинні відповідати властивостям досліджуваного зразка, так для моделювання фокального параметру були використані сіра та біла тканина головного мозку людини, а в подальшому, при проведенні досліджень на розробленому прототипі використовуються тканини шкіри різних тварин без додаткової перевірки розмірів рефлектору.

3. У роботі не обґрунтовано доцільність вибору шкіри курки та шкіри свині у якості досліджуваних зразків біологічних тканин, а також не продемонстровано науково-практичну цінність (у певній галузі використання) результатів вимірювань на зазначених біологічних тканинах.

4. У роботі зазначено, що еліпсоїдальні рефлектори, які використані в прототипі фотометра, виготовлені за допомогою 3-D друку з АБС-пластику та хіміко-гальванічною металізацією внутрішньої відбиваючої поверхні з фокальним параметром (робочим отвором) $p=16.7$ мм та ексцентриситетом $e=0.7$, але, водночас, точність виготовлення не вказано.

5. У роботі використовується термін «фотометричне зображення», схема формування фотометричного зображення та її опис – є недостатнім обґрунтуванням для розуміння, що можна відносити до наведеного терміну.

6. Не рідкість у роботі є орфографічні та пунктуаційні помилки, а частина наведених рисунків мають англомовні підписи.

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 фотометра 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-вимірювальна техніка.

Рецензент:

Доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів, КПІ ім. Ігоря Сікорського, К. т. н., с. н. с.



Тетяна КЛОЧКО

М.П.

« 15 » квітня 2024 року

