

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Салеги Олександра Вікторовича
*«Поляризаційна корелометрія фазово-неоднорідних об'єктних полів
полікристалічних плівок біологічних рідин»,*
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань
10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія»

Актуальність теми виконаної роботи

Дисертаційна робота присвячена розв'язанню важливої наукової задачі сучасної фізики — розвитку нових підходів до дослідження поляризаційних властивостей складно організованих біологічних середовищ на основі кореляційного аналізу оптичних полів. Актуальність теми обумовлена стрімким розвитком лазерної біомедичної діагностики та необхідністю підвищення її чутливості, інформативності та об'єктивності.

Сучасні методи поляризаційної оптики, зокрема Мюллер-матричне картографування, хоча й демонструють значні можливості, залишаються обмеженими у випадках аналізу складних фазово-неоднорідних середовищ через їх «одноточковий» характер і неможливість врахування просторових кореляцій між елементами зображення. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні нових підходів, здатних враховувати як амплітудно-фазову структуру поля, так і кореляційні зв'язки між різними ділянками об'єкта.

У дисертації запропоновано принципово новий підхід, що базується на використанні “двоточкових” параметрів вектора Стокса у поєднанні з методами поляризаційно-інтерференційного фазового сканування, що дозволяє отримати більш повну інформацію про структуру біологічних тканин.

Особливої актуальності роботі надає її спрямованість на вирішення прикладної задачі — підвищення ефективності диференціальної

діагностики пухлин простати, що має важливе значення для сучасної клінічної практики.

Наукова новизна і практичне значення роботи

Дисертаційна робота характеризується суттєвою науковою новизною, яка полягає у розвитку нового напрямку поляризаційної оптики біологічних середовищ — поляризаційно-кореляційного аналізу об'єктних полів.

У роботі:

- вперше запропоновано використання “двоточкового” Стокс-параметричного формалізму для аналізу фазово-неоднорідних полів біологічних тканин;
- розроблено метод поляризаційно-кореляційного картографування на основі цифрової голографічної реконструкції та фазового сканування;
- встановлено закономірності зміни статистичних характеристик (моментів 1–4 порядків) модуля та аргументу поляризаційно-кореляційних параметрів;
- вперше застосовано поєднання вейвлет- та мультифрактального аналізів для дослідження топографічної структури поляризаційних мап біологічних тканин.

Особливо важливим є встановлення нових діагностично значущих взаємозв'язків між структурними характеристиками тканин та параметрами поляризаційно-кореляційних мап, що дозволило сформулювати систему об'єктивних критеріїв для оцінки патологічних змін.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження запропонованих методів у системи лазерної діагностики. Отримані результати забезпечують високу точність диференціації доброякісних і злоякісних новоутворень простати (до 97,7%), що свідчить про їх значний потенціал для клінічного застосування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана в межах наукових досліджень кафедри оптичних мультимедійних та поліграфічних технологій Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Тематика дослідження безпосередньо пов'язана з виконанням державних науково-дослідних робіт, зокрема:

«Розробка комплексу новітніх методів багатохвильової вектор-параметричної поляризаційної інтроскопії полікристалічних плівок біологічних рідин органів людини» (№ державної реєстрації 0122U001980) (2022 – 2024 рр);

«Розроблення новітніх поляризаційних і сингулярних методів і систем для потреб оптичних і біомедичних мікро- і нанотехнологій» (№ державної реєстрації 0122U001198) (2022 – 2024 рр);

«Новітня система поляризаційної томографії полікристалічних плівок біологічних рідин людини для діагностики важкості та моніторингу реабілітації воєнних травм», грант НФДУ (2023-2024 рр).

Апробація матеріалів дисертації

Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися на міжнародних наукових конференціях, зокрема на “Sixteenth International Conference on Correlation Optics” та “Seventeenth International Conference on Correlation Optics”. За матеріалами дисертації опубліковано 18 наукових статей у міжнародних фахових виданнях, що індексуються у базі Scopus, з яких частина належить до журналів другого квартилю (Q2). Це свідчить про високий рівень представлених результатів та їх відповідність міжнародним стандартам наукових досліджень.

Обсяг та рівень апробації є достатніми для дисертації на здобуття ступеня доктора філософії.

Обґрунтованість та достовірність одержаних результатів

Обґрунтованість наукових положень і достовірність отриманих результатів забезпечується коректним використанням сучасного теоретичного апарату, адекватністю обраних експериментальних методів і комплексним підходом до обробки даних.

У роботі використано широкий спектр методів — від поляризаційної оптики та цифрової голографії до статистичного, вейвлет- та мультифрактального аналізів, що дозволяє всебічно дослідити об'єкт.

Отримані результати є узгодженими між собою, мають чітке фізичне пояснення та демонструють стабільність при зміні умов експерименту (зокрема параметрів фазового сканування). Виявлені закономірності носять системний характер і підтверджуються кількісними оцінками.

Високі показники діагностичної ефективності додатково підтверджують практичну надійність запропонованих підходів.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність

Дисертація має логічно структуровану побудову та відзначається цілісністю викладу матеріалу. Всі розділи роботи взаємопов'язані та послідовно розкривають поставлені завдання.

Дисертація викладена на 211 сторінках комп'ютерного тексту, з них 157 сторінок основного тексту. Робота складається зі вступу, шести розділів з підрозділами, узагальнення та аналізу результатів дослідження, висновків, списку використаних джерел, додатків. Дисертація ілюстрована 38 рисунками, 37 таблицями. Список використаної літератури містить 166 джерел. Зміст дисертації повністю відповідає спеціальності 104 «Фізика та астрономія». Стиль написання є науковим, чітким, виваженим та доступним для фахового сприйняття. Дисертаційна робота відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки

України № 40 від 12 січня 2017 року (зі змінами згідно з наказом № 759 від 31 травня 2019 року).

Огляд літератури є достатньо повним і відображає сучасний стан досліджень у галузі. Автором проведено критичний аналіз існуючих методів, що дозволило обґрунтувати необхідність розробки нового підходу.

Експериментальна частина виконана на високому методичному рівні. Отримані результати представлені у вигляді численних ілюстрацій, таблиць та графіків, що полегшує їх сприйняття та аналіз.

Висновки є аргументованими, відповідають меті та завданням дослідження і узагальнюють основні наукові результати.

У цілому робота є завершеною та самостійною науковою працею.

Відсутність порушення академічної доброчесності

Аналіз дисертаційної роботи та публікацій за її тематикою не виявив ознак порушення академічної доброчесності.

Автор коректно використовує наукові джерела, дотримується правил цитування, а отримані результати мають ознаки наукової новизни. Внесок здобувача у спільні публікації чітко окреслений.

Таким чином, дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

Зауваження до роботи

1. З розділу 2 не до кінця яким є сутність використання Фур'є перетворення для поляризаційно-інтерференційного пошарового картографування вектор-параметричних мап;
2. Хотілося б побачити в тексті дисертації більш детальний опис принципу побудови скелетонів екстремумів вейвлет коефіцієнтів;
3. З тексту дисертації не зрозумілим є те, чому у розділах 4 та 5 об'єктом дослідження виступають дегідратовані плівки дерми шкіри та

селезінки, коли у розділі 6 представлено результати диференційної діагностики доброякісних та злоякісних пухлин простати.

Загальний висновок

Дисертаційна робота є актуальним, завершеним і науково обґрунтованим дослідженням, у якому вирішено важливу науково-прикладну задачу в галузі фізики та біомедичної оптики.

Отримані результати характеризуються науковою новизною, теоретичною значущістю та високим рівнем практичної апробації.

За своїм змістом, обсягом, рівнем виконання та оформлення дисертаційна робота Салеги Олександра Вікторовича «Поляризаційна корелометрія фазово-неоднорідних об'єктних полів полікристалічних плівок біологічних рідин», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 10 - Природничі науки за спеціальністю 104 - Фізика та астрономія відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8, 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 2022р. №44 (зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 341 від 21.03.2022, № 502 від 19.05.2023, № 507 від 03.05.2024). Автор дисертаційної роботи, Салега Олександр Вікторович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії галузі знань 10 - Природничі науки за спеціальністю 104 - Фізика та астрономія.

Рецензент

доктор фізико-математичних наук,
професор кафедри поліграфічних,
мультимедійних та оптичних технологій
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

Клавдія ЗЕНКОВА

