

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Дуболазова Олександра Володимировича

«БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА СТОКС-КОРЕЛОМЕТРІЯ ПОЛЯРИЗАЦІЙНО-НЕОДНОРІДНИХ ОБ'ЄКТНИХ ПОЛІВ ОПТИЧНО-АНІЗОТРОПНИХ БІОЛОГІЧНИХ ШАРІВ»

подану на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.04.05 – оптика, лазерна фізика

Дисертаційна робота Дуболазова Олександра Володимировича присвячена розробленню та експериментальній апробації сукупності новітніх методів поляризаційно-кореляційного, поляризаційно-інтерференційного та 3D поляриметричного картографування складних за фазовою та поляризаційною структурою об'єктних полів оптично анізотропних біологічних шарів.

Більшість біологічних тканин характеризується лінійним і циркулярним двопроменезаломленням, яке викликано просторово впорядкованою фібрилярною структурою оптично активних протеїнових молекул. Для опису взаємодії поляризованого світла з такими складними біологічними системами необхідні багатопараметричні аналітичні підходи. До таких відносяться вектор-параметричне описання світлових пучків та Мюллер-матричне представлення поляризаційних властивостей біологічних шарів. На цій основі розроблено різноманітні системи поляризаційної та Мюллер-матричної діагностики оптичної анізотропії біологічних об'єктів.

Основним недоліком “одноточкового” Мюллер-матричного картографування виявилася погана відтворюваність експериментальних даних внаслідок азимутальної залежності 12 із 16 матричних елементів від повороту зразку відносно напрямку опромінення. Узагальненням методів Мюллер-матричного картографування став кореляційний (“двоточковий”) підхід до аналізу поляризаційно-неоднорідних об'єктних полів біологічних шарів.

Разом з тим, морфологічна, а відповідно і полікристалічна, структура зразків реальних біологічних тканин має складну просторово-орієнтаційну організацію. Тому актуальним є розроблення нових технік Мюллер-матричної поляриметричної діагностики полікристалічних мереж дифузних біологічних тканин у 3D форматі. Слід очікувати, що об'єднання методів поляризаційного, мюллер-матричного, поляризаційно-кореляційного картографування та цифрового голографічного відтворення розподілів комплексних амплітуд об'єктного поля фазово-неоднорідних шарів повинно дати нову інформацію про морфологічну та оптично анізотропну структуру біологічних тканин і рідин. Така інформація актуальна в багатьох фундаментальних застосуваннях біомедичної оптики – дифузійна та фотоакустична томографія, флуорометрія, оптична когерентна томографія, фазова і конфокальна мікроскопія.

Тому дослідження, які виконані Дуболазовим О.В. є **актуальними** і представляють практичний інтерес.

Наукова новизна роботи полягає в отриманні наступних результатів:

Вперше вивчено фізичні закономірності формування координатних розподілів величини модуля і фази “двоточкових” параметрів вектора Стокса поляризаційно-неоднорідних зображень оптично анізотропних біологічних шарів і установлений взаємозв'язок між статистичними, кореляційними і вейвлет параметрами, які характеризують такі розподіли, та аналогічними параметрами розподілів показників фазової анізотропії полікристалічних біологічних структур.

Вперше розроблено нові методи поляризаційно-кореляційної мікроскопії для диференціації лінійно та циркулярно двоприменезаломлюючих мереж оптично активних біологічних кристалів.

На основі узагальнення поляризаційно-кореляційного описання оптичних проявів фазової анізотропії полікристалічних мереж з використанням “двоточкового” вектор-параметричного підходу вперше розроблені нові методи багатопараметричного картографування ступеня кореляції модуля і фази параметрів вектора Стокса поляризаційно-неоднорідних зображень біологічних шарів.

Вперше продемонстровано ефективність оригінального методу поляризаційно-інтерференційного картографування зображень біологічних препаратів у виявленні і диференціації змін полікристалічної структури, що пов'язані із патологічними станами органів людини, шляхом застосування статистичного, кореляційного і вейвлет аналізу координатних розподілів величини локального контрасту інтерференційних розподілів.

Вперше розроблено та апробовано комплекс новітніх методів 3D поляризаційної корелометрії з цифровим голографічним відтворенням пошарових розподілів ступеня кореляції модуля і фази параметрів вектора Стокса поляризаційно-неоднорідних зображень плівок біологічних рідин з різною просторовою симетрією полікристалічних мереж органів людини.

Вперше проведено порівняльне дослідження інформативності методів багатофункціональної поляризаційної, поляризаційно-кореляційної мікроскопії, а також 3D Стокс-корелометрії у діагностиці змін фазової анізотропії полікристалічних мереж біологічних шарів.

Достовірність результатів дисертації, сформульованих положень і висновків забезпечується:

- коректністю постановки задач Стокс-поляриметрії та інтерферометрії та адекватністю аналітичних моделей оптичної анізотропії біологічних шарів;
- використанням відомих перевірених методів, зокрема, методів 2D Стокс-корелометрії (визначалися координатні розподіли величини модуля і фази “двоточкових” параметрів вектора Стокса (ступеня кореляції Стокса – СКС) мікроскопічних зображень біологічних шарів; методів поляризаційно-інтерферометрії (визначалися координатні розподіли величини локального контрасту інтерференційних картин в площині поляризаційно-неоднорідних мікроскопічних зображень біологічних шарів; методів 3D Стокс-поляриметрії з використанням опорної лазерної хвилі (визначалися пошарові координатні розподіли розподіли величини модуля і фази СКС біологічних шарів;
- відповідністю отриманих експериментальних та теоретичних результатів;

- апробацією матеріалу на українських та міжнародних конференціях та публікаціями у наукових виданнях, що входять до міжнародних науко-метричних баз з імпаکت-фактором.

Основні результати дисертації викладені в працях опублікованих у престижних наукових закордонних виданнях та у фахових виданнях, які входять до міжнародних науко-метричних баз (Scopus, Web of Science). За матеріалами дисертації опубліковано 36 статей, 7 патентів, є співавтором 5 монографій. Дисертаційна робота та зроблені в ній висновки повністю відповідають змісту опублікованих наукових праць.

Практичне значення результатів роботи визначається тим, що методики цифрової голографічної томографії полікристалічних мереж біологічних тканин і рідин органів людини можуть стати базисними у сукупності скринінгових методів обстеження населення на важкі патології (діабет, гепатит, рак) та інфекції, які мають широке розповсюдження серед населення України та світу. Своєчасне виявлення таких патологій забезпечить значне зменшення витрат на лікування, лішко-дні, соціальні та страхові виплати. Завдяки цьому очікуваний економічний ефект може скласти сотні мільйонів гривень.

Розроблені дисертантом методи є базисом для формування новітніх систем поляризаційної томографії та засобів неруйнуючої (неінвазивної) діагностики з використанням принципів Стокс-поляриметрії і корелометрії поляризаційно-неоднорідних полів у різноманітних галузях біології, екології, медицини, а також мікро- та наноелектроніці, оптичному приладобудуванні та ін.

Зміст автореферату адекватно відповідає змісту дисертаційної роботи і відображає її основні положення.

Не дивлячись на значний доробок автора у розроблені принципів і методів Стокс-корелометрії поляризаційно-неоднорідних об'єктних полів оптично анізотропних біологічних шарів дана робота не позбавлена і певних недоліків. В якості основних зауважень щодо змісту і оформлення дисертаційної роботи та автореферату я хотів би відзначити наступне:

1. У роботі не проведено послідовного порівняльного аналізу ефективності методів “двоточкового” поляризаційно-кореляційного картографування і технік традиційного “одноточкового” картографування розподілів величини азимута і еліптичності поляризації мікроскопічних зображень зразків біологічних препаратів. Окрім цього не вказані конкретні переваги поляризаційної корелометрії.
2. З аналізу матеріалів дисертаційного дослідження не випливає чітко обґрунтування потреби застосування додаткового визначення автокореляційних функцій координатних розподілів величини модуля і фази третього і четвертого параметрів “двоточкового” вектора Стокса.
3. Застосування опорної хвилі у формуванні мап локального контрасту поляризаційно-неоднорідних зображень гістологічних зрізів біологічних тканин і полікристалічних плівок біологічних рідин чітко фізично обґрунтовано. Проте, не ясно яку роль відіграє така хвиля у алгоритмах прямого та зворотнього Фур'є перетворення при пошаровому відтворенні поляризаційних мап.
4. У дисертації зустрічаються граматичні помилки та описки (наприклад, на стор. 99 – „плащині”, на стор. 105 – „чвертьхвильвих”, на стор. 194 – „двопроменезаломлюю”, на стор. 198 – „розміни структурних елементів”)

Приведені недоліки не применшують цінності результатів, отриманих автором і не викликають сумнівів в достовірності та значимості сформульованих висновків.

Дисертант повністю виконав поставлені в дисертаційній роботі завдання. Без сумніву, отримані результати мають наукову новизну та практичну цінність. Висновки дисертаційної роботи відображають основні положення, які виносяться на захист. Дисертаційне дослідження Дуболазова О.В. “Багатофункціональна Стокс-корелометрія поляризаційно-неоднорідних об'єктних полів оптично-анізотропних біологічних шарів” є **завершеною науковою роботою.**

Автореферат і опубліковані роботи **повністю відображають зміст дисертації.**

Вважаю, що за актуальністю теми, обсягом, науковою новизною, практичною цінністю отриманих результатів і висновків дисертаційна робота Дуболазова Олександра Володимировича "Багатофункціональна Стокс-корелометрія поляризаційно-неоднорідних об'єктних полів оптично-анізотропних біологічних шарів" задовольняє всім вимогам, що ставляться до докторських дисертацій, а її автор заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.05 – оптика, лазерна фізика.

завідувач кафедри біологічної фізики
та медичної інформатики Буковинського
державного медичного університету,
доктор фізико-математичних наук, професор



В.І. Федів

Підпис <i>Федів</i>
засвідчено
Начальник відділу кадрів
Буковинського державного медичного університету

