

# АНАЛІЗ БАГАТОХВИЛЬОВОЇ ЛАЗЕРНОЇ ДІАГНОСТИКИ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Проаналізовано сучасні методи та системи багатохвильової лазерної поляриметрії гістологічних зрізів біологічних тканин з використанням поляризованого світла з кількома довжинами хвиль, а саме 444 нм, 488 нм, 514 нм, 594 нм і 635 нм, визначено переваги та недоліки використаних методів та засобів.*

**Ключові слова:** багатохвильова поляриметрія, аналіз поляриметричних параметрів, гістологічний зріз, анізотропна структура, параметри Стокса, азимут, кут еліптичності, ступінь поляризації

## **Abstract**

*Modern methods and systems of multi-wavelength laser polarimetry of histological sections of biological tissues using polarised light with several wavelengths, namely 444 nm, 488 nm, 514 nm, 594 nm and 635 nm, are analysed, the advantages and disadvantages of the methods and means used are determined.*

**Keywords:** multiwavelength polarimetry, analysis of polarimetric parameters, histological section, anisotropic structure, Stokes parameters, azimuth, ellipticity angle, degree of polarisation

## **Вступ**

Методи та засоби поляризаційної діагностики, що дозволяють отримувати достовірну інформацію шляхом аналізу поляриметричних параметрів гістологічних зразків біологічних тканин (БТ) органів людини, відіграють важливу роль у діагностиці реальних біологічних тканин. Багатохвильовий поляриметричний аналіз дозволяє отримати більше інформації про оптичні властивості тканин в порівнянні з використанням однієї довжини хвилі, це сприяє кращій діагностиці та виявленню патологічних змін.

Поляриметрія є потужним інструментом для оцінки поляризаційного стану світла, особливо з огляду на здатність біологічних тканин деполіризувати світло. Патологічні зміни в тканинах супроводжуються морфологічними перетвореннями, що впливають на їхні оптичні властивості, тому не менш важливим є використання різних методів аналізу отриманих даних з біологічних зразків, що сприяють кращій дискримінації.

Метою даної роботи є аналіз сучасних методів та систем, визначити їх переваги та недоліки.

## **Результати досліджень**

У дослідженні [1] використано поляриметричну оптичну установку у геометрії відбиття, а також зразки товстої кишки з однаковим типом пухлини на різних стадіях розвитку. Для опромінення використовувалося поляризоване світло з різними довжинами хвиль: 444 нм, 488 нм, 514 нм, 594 нм та 635 нм. Використано світло з циркулярною поляризацією, оскільки воно демонструє більшу стійкість до розсіювання порівняно з лінійно поляризованим світлом, а також містить додаткову інформацію про різницю фаз між компонентами електричного поля. Враховуючи це, циркулярно поляризоване світло дозволяє краще виявляти гістологічні зміни в тканинах, пов'язані з аномальною структурою.

Кожна точка зрізів досліджувалась окремо на кожній довжині хвилі. В рамках дослідження було застосовано локальну поляриметрію, на яку вказує фотодіод у ролі поляризаційного аналізатора. У результаті експерименту були виміряні наступні поляриметричні параметри: азимут, кут еліптичності, різниця фаз, коефіцієнт розподілу потужності, ступінь поляризації, а також параметри Стокса.

Аналіз отриманих поляриметричних параметрів вказує на дві основні закономірності. По-перше,

для довжини хвилі 635 нм спостерігається групування параметрів Стокса з пухлинних тканин окремо від здорових, без перекриття між ними. По-друге, для всіх довжин хвиль та пухлинних тканин значення  $S_3$  є додатними, що свідчить про меншу оптичну анізотропію цих тканин, дозволяючи їм зберігати поляризацію, близьку до початкового стану. Навпаки, значення  $S_3$  для здорових тканин відрізняються за знаком і величиною, що свідчить про вищу оптичну анізотропію. При інших довжинах хвиль складніше спостерігати такі відмінності через перекриття параметрів Стокса від пухлинних та здорових ділянок. Зауважимо, що варіації азимута та кута еліптичності слугують інформацією про зміни в поляризації, а значення параметра  $\eta$  (коефіцієнт розподілу потужності) може вказувати на стан тканини.

### Висновки

Об'єктивними перевагами використання кількох довжин хвиль є можливість отримання більш повні інформативні ознаки про поляризаційні властивості об'єкта дослідження, оскільки різні довжини хвиль можуть виявляти різні аспекти поляризації світла.

Недоліком використання фотодіода як елемента для реєстрації випромінювання є обмежена можливість отримати зображення поляризаційних властивостей об'єктів. Локальна поляриметрія обмежена здатністю проводити аналіз лише в конкретних точках області дослідження, без можливості отримати повне зображення поляризаційних параметрів об'єкта, як у випадку використання камери з CCD матрицею.

Також, одним із суттєвих недоліків представленого дослідження є відсутність детальної обробки та статистичного аналізу отриманих поляриметричних даних. Впровадження комплексного аналізу даних, що включає статистичні, кореляційні та фрактальні методи, може істотно покращити інтерпретацію результатів та зробити висновки більш обґрунтованими[2].

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Deyan Ivanov, Tsanislava Genova-Hristova, Ekaterina Borisova, Lian Nedelchev, and Dimana Nazarova "Multiwavelength polarimetry of gastrointestinal ex vivo tissues for tumor diagnostic improvement", Proc. SPIE 11047, 20th International Conference and School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications, 1104707 (29 January 2019); <https://doi.org/10.1117/12.2516645>
2. Заболотна Н.І. Моделювання та аналіз Мюллер-матричних зображень багатошарових полікристалічних мереж з детермінованими розподілами орієнтацій них та фазових параметрів / Н.І. Заболотна, В.В. Шолота, Ю.Ю. Левандовська [ та ін.] // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2011. - №1(21). – С. 82 – 92.

**Швидюк Олег Сергійович** – аспірант, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olegshvydiuk@gmail.com](mailto:olegshvydiuk@gmail.com)

Науковий керівник: **Заболотна Наталія Іванівна** – професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, E-mail: [natalia.zabolotna@gmail.com](mailto:natalia.zabolotna@gmail.com)

**Oleh Shvydiuk S.** – postgraduate, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [olegshvydiuk@gmail.com](mailto:olegshvydiuk@gmail.com)

Scientific supervisor: **Zabolotna Natalia I.** - Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: [natalia.zabolotna@gmail.com](mailto:natalia.zabolotna@gmail.com)