

## ЛАЗЕРНА ДВОХВИЛЬОВА СИСТЕМА ПОЛЯРИЗАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ ПЛІВОК ЖОВЧІ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Запропоновано покращення методу лазерної поляриметрії біологічних рідин людини та лазерної двохвильової системи поляризаційного картографування плівок жовчі, яке дозволить розширити та автоматизувати функціональні можливості.*

**Ключові слова:** двохвильовий метод, лазерна система, плівки жовчі.

### Abstract

Proposed improvements to the method of laser polarimetry of human biological fluids and laser dual-wavelength polarization mapping of bile films, which will expand and automate their functional capabilities.

**Keywords:** dual-wavelength method, laser system, bile films.

### Вступ

Методи лазерної поляриметрії біологічних рідин (БР) людини сьогодні успішно використовують як методи медичної діагностики, що доповнюють традиційні лабораторні та апаратні діагностичні методи дослідження морфологічного стану БР.

Властивості подвійно заломлювати світло та обертати площину поляризації лазерного випромінювання при взаємодії із біологічним шаром (БШ), що має оптико-анізотропну кристалічну структуру, застосовують для вимірювання розподілів поляризаційних об'єктних та польових параметрів. На основі встановлення зв'язків між ними розроблено різноманітні методи для високоінформативної медичної діагностики, в тому числі й таких захворювань жовчовивідної системи як жовчокаменева хвороба та цукровий діабет.

Використовуючи оптичну модель шару жовчі людини як матрицю [1], що містить ізотропну та анізотропну рідкокристалічну складову, розроблено спосіб та систему для лазерної поляриметричної діагностики плівок жовчі [2], що працює на довжині хвилі 0, 632 мкм. Вимірювання на одній довжині хвилі обмежують можливості вказаного метода і системи.

Система лазерної поляриметричної діагностики біологічних шарів (БШ), розроблена у Вінницькому національному університеті і описана в роботах [3], дозволяє в автоматизованому режимі вимірювати параметри фазової анізотропії у вигляді мап напрямів орієнтації оптичних осей та мап фазових зсувів БШ на двох довжинах хвиль. При цьому підвищується достовірність діагностики гістологічних зрізів, проведеної за допомогою цієї системи. Проте плівки жовчі не досліджувались за допомогою даної системи. Крім того, актуальним при діагностиці є врахування в подальшому не лише параметрів фазової анізотропії плівок жовчі, але й амплітудної анізотропії, до яких відносять лінійний та циркулярний дихроїзм.

### Результати дослідження

Проведено удосконалення архітектури лазерної двохвильової системи поляризаційного картографування плівок жовчі, розширивши її функціональні можливості, за рахунок комплексного вимірювання, аналізу та класифікації показників фазового та амплітудної анізотропії плівок жовчі при медичній діагностиці на довжинах хвиль 632 нм та 405 нм. Розроблено блок-схеми алгоритмів вимірювань фазових мап, орієнтаційних мап, мап лінійного дихроїзму, мап циркулярного дихроїзму. Наведено блок-схему статистичного аналізу виміряних мап із обчисленням статистичних моментів 1-го-4-го порядків виміряних параметрів. Далі на основі вимірювань та аналізу було наведено приклади

розроблених моделей підтримки прийняття рішення при проведенні діагностування типу "норма" - "патологія", синтезованих за правилами нечіткої логіки. Експериментальне дослідження проводилось із вимірюванням чотирьох типів вказаних параметрів плівок жовчі при діагностиці цукрового діабету 2-го типу.

Щодо вимог до досліджуваних зразків плівок жовчі, то відмітимо, що їх готує лікар, наносячи набрану за допомогою зонду жовч на поверхню лабораторного скла. Висушування жовчі в подальшому відбувається при кімнатній температурі протягом доби. Відмітимо, що плівки жовчі відносять до оптично тонких біологічних шарів.

### Висновки

Проведене розширення функціональних можливостей лазерної двоххвильової системи поляризаційного картографування плівок жовчі відбулось за рахунок комплексного вимірювання та аналізу показників фазового та амплітудної анізотропії плівок жовчі при медичній діагностиці на довжинах хвиль 632 нм та 405 нм. Це дозволило підвищити достовірність діагностики цукрового діабету 2-го типу до 92,8% на довжинах хвиль 632 нм та 405 нм при вимірюваннях та аналізі фазових мап, мап коефіцієнтів лінійного та циркулярного дихроїзму, що на 2,3% вище, ніж у найкращого аналога.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи лазерної поляриметрії. Біологічні рідини / Ушенко О.Г., Бойчук Т.М., Заболотна Н.І. та ін. / під ред. Ушенка О.Г., Бойчука Т.М.. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. 656 с.
2. Спосіб лазерної поляриметрії діагностики полікристалічних мереж плівок біологічних рідин: пат. 93346 Україна:МПК6 А61В 18/20, G01N 33/49; заявл.30.04.2014, опубл. 25.09.2014.
3. Заболотна Н.І., Окарський Г.Г. Система автоматизованої двоххвильової мюллер-поляриметрії для оцінювання анізотропної структури гістологічних зрізів. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. 2020. Том 39, №1. С.27-37.

**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)

**Ніколенко Максим Сергійович** – студент групи КОІС-19Б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, місто Вінниця, e-mail: [nead4sd@gmail.com](mailto:nead4sd@gmail.com)

**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)

**Nikolenko Maxim S.** - student of group KOIS-19B, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: [nead4sd@gmail.com](mailto:nead4sd@gmail.com).