

## СИСТЕМА ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПАТОЛОГІЙ МОЛОЧНИХ ЗАЛОЗ ЗА ДЖОНС-МАТРИЧНИМ КАРТОГРАФУВАННЯМ ПЛІВОК ПЛАЗМИ КРОВІ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У даній роботі вирішено задачу підвищення ефективності системи Джонс-матричного картографування плівок плазми крові шляхом застосування статистичного аналізу отриманих мап матриці Джонса плівок плазми крові та диференціацією патологій на їх основі за правилами нечіткої логіки.*

**Ключові слова:** поляриметрія, матриця Джонса, нечітка логіка, статистичний аналіз.

### Abstract

*The problem of improving the effectiveness of the system of Jones Matrix mapping blood plasma films was solved by applying statistical analysis of the Jones matrix maps blood plasma films and differentiation of abnormalities on their basis under the rules of fuzzy logic in this work.*

**Keywords:** polarimetry, Jones matrix, fuzzy logic, statistical analyses.

На сьогоднішній день лазерна зображальна поляриметрія є інноваційною та досить перспективною технологією раннього медичного діагностування [1-3]. Дана технологія дає можливість отримати додаткову інформацію про поляризаційні характеристики як біологічних шарів так і розсіяного світлового потоку, що пройшов крізь них [4].

В результаті огляду вже існуючих методик діагностування патологій біологічних тканин/рідин було проаналізовано, що визначальна кількість методів є травматичними [5,6] і тому було вирішено використати технологію джонс-матричного картографування, як найбільш підходящу для ранньої діагностики [7]. Найбільш ефективне використання матриць Джонса полягає у дослідженні прозорих середовищ, де майже відсутня втрата поляризації світла [8].

Метою даної роботи є підвищення ефективності системи двовимірної лазерної поляриметрії для оцінювання патологічних змін молочних залоз шляхом застосування методів поляризаційного джонс-матричного картографування плівок плазми крові людини в поєднанні із статистичним аналізом отриманих зображень та диференціацією патологій на їх основі за правилами нечіткої логіки.

Для дослідження було обрано 20 зразків плазми крові, 10 взятих у пацієнтів зі здоровою молочною залозою та 10 патологічними відхиленнями відповідно.

Двовимірна система лазерної поляриметрії, що використовувалася для отримання дійсних та уявних елементів матриці Джонса, складається з вимірювального каналу, до складу якого входять такі основні елементи як: лазер, коліматор, чвертьхвильові пластинки, лінійний поляризатор, світлочутлива камера, що використовується для вимірювання параметрів анізотропії біологічних об'єктів, та з персонального комп'ютера для аналізу, обробки та класифікації отриманих зображень [9].

Найбільш об'єктивно статистичну структуру координатних розподілів поляризаційних параметрів біологічних шарів описує сукупність статистичних характеристик вимірних розподілів матриць Джонса біологічних шарів: середнє, дисперсія, асиметрія та ексцес випадкової величини.

Було проведено статистичний аналіз двовимірних розподілів параметрів анізотропії біологічних шарів. В ході аналізу одержаних даних було встановлено найбільш інформативні ознаки для подальшої ідентифікації нозологій «норма» та «патологія».

Під час здійснення процедури діагностики не завжди доцільним є використання чітких цифрових критеріїв у зв'язку із виникненням так званих «зон перекриття», до яких з легкістю можна відносити пограничні стани в діагностиці онкопатологій молочної залози.

В даній роботі було сформовано базу даних для комплексної діагностики стану пацієнта при онкопатологіях молочної залози за лазерними зображеннями полікристалічних мереж білків альбумінів і глобулінів зразків плазми крові пацієнтів двох груп.

На підставі отриманої бази даних була виведені математичні моделі на основі нечіткої логіки для комплексної діагностики онкопатологій.

Для характеристики інформативності будь якого діагностичного методу користуються об'єктивними параметрами, що називають операційними характеристиками. Виділяють основні та допоміжні характеристики. До основних характеристик відносяться чутливість  $S_e$ , специфічність  $S_p$  та достовірність  $A_c$ .

Аналіз одержаних даних про силу методу Джонс-матричного картографування мікроскопічних лазерних зображень для діагностики злоякісних змін молочної залози виявив наступне: сила методу поляризаційної діагностики злоякісних змін молочної залози для дійсних елементів матриці Джонса ( $S_e = 80\%$ ,  $S_p = 90\%$ ,  $A_c = 85\%$ ) вища за аналогічні показники уявних елементів матриці Джонса. Хоча аналіз показників уявних елементів матриці Джонса також відповідає необхідному рівню ( $S_e = 80\%$ ,  $S_p = 80\%$ ,  $A_c = 80\%$ ).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. V. Pavlov, N.I. Zabolotna, and etc. Methods and system of 2D polarization multi-matrix tomography of birefringent biological tissues and fluid / by editors: Waldemar Wójcik, Andrzej Smolarz// Information Technology in Medical Diagnostics . London, July 11, 2017 by Taylor & Francis Group CRC Press Reference - 210 Pages. - ISBN 9781138299290 - P.65 – 93.
2. N. I. Zabolotna; S. V. Pavlov; A. G. Ushenko; A. O. Karachevtsev; V. O. Savich, et al. System of the phase tomography of optically anisotropic polycrystalline films of biological fluids, *Proc. SPIE* 9166, Biosensing and Nanomedicine VII, 916616 (August 27, 2014).
3. Natalia I. Zabolotna, Bogdan P. Oliinychenko, Kostiantyn O. Radchenko, Anastasiia K. Krasnoshchoka, Olga K. Shcherba, "System of polarization phasometry of polycrystalline blood plasma networks in mammary gland pathology diagnostics", *Proc. SPIE* 9613, Polarization Science and Remote Sensing VII, 961311 (1 September 2015); doi: 10.1117/12.2187383
4. N. I. Zabolotna; S. V. Pavlov; A. G. Ushenko; O. V. Sobko and V. O. Savich. Multivariate system of polarization tomography of biological crystals birefringence networks, *Proc. SPIE* 9166, Biosensing and Nanomedicine VII, 916615 (August 27, 2014); doi:10.1117/12.2061105.
5. Natalia I. Zabolotna; Sergii V. Pavlov; Kostiantyn O. Radchenko; Vladyslav A. Stasenko; Waldemar Wójcik, et al. Diagnostic efficiency of Mueller-matrix polarization reconstruction system of the phase structure of liver tissue, *Proc. SPIE* 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 98161E (December 18, 2015).
6. N. I. Zabolotna; W. Wojcik; S. V. Pavlov; O. G. Ushenko and B. Suleimenov. Diagnostics of pathologically changed birefringent networks by means of phase Mueller matrix tomography, *Proc. SPIE* 8698, Optical Fibers and Their Applications 2012, 86980E (January 11, 2013).
7. Zabolotna N.I. System of Mueller-Jones matrix polarizing mapping of blood plasma films in breast pathology / N. I. Zabolotna, K. O. Radchenko, M. H. Tarnovsiky // *Proceedings SPIE* Volume 10407, Polarization Science and Remote Sensing VIII; 1040714 (2017)
8. O. P. Mintser, N. I. Zabolotna, B. P. Oliinychenko, P. Komada, "Differential phase analysis of laser images of a polycrystalline component of blood plasma in diagnostics of pathological changes in mammary gland", *Proc. SPIE* 8698, Optical Fibers and Their Applications 2012, 86980D (11 January 2013); doi: 10.1117/12.2019714
9. Zabolotna N. I. A multifunctional automated system of 2D laser polarimetry of biological tissues / N. I. Zabolotna, K. O. Radchenko // *Proc. SPIE*. — 2014. — Vol. 9205, 92050V.

**Павлов Сергій Володимирович** – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи, вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Заболотна Наталя Іванівна** – к.т.н., виконувач обов'язків завідувача кафедри лазерної і оптоелектронної техніки, вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Карась Олександр Володимирович** – аспірант кафедри біомедичної інженерії, вінницький національний технічний університет, Вінниця, [karas2014.o.11@gmail.com](mailto:karas2014.o.11@gmail.com).

**Serhii V. Pavlov** - professor, vice-rector for scientific work, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Natalia I. Zabolotna** - Ph.D., Acting Head of the Department of Laser and Optoelectronic Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Oleksandr V. Karas** - post-graduate student of the Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [karas2014.o.11@gmail.com](mailto:karas2014.o.11@gmail.com).