

Олександр Ушенко<sup>1,2</sup>  
Юрій Ушенко<sup>3,4</sup>  
Ірина Солтис<sup>2</sup>  
Олександр Дуболазов<sup>2</sup>  
Віктор Бачинський<sup>5</sup>  
Олександра Литвиненко<sup>5</sup>  
Олександр Салега<sup>2</sup>  
Василь Гарасим<sup>2</sup>

## МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЛАЗЕРНОГО ПОШАРОВОГО ДЖОНС-МАТРИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК БІОЛОГІЧНИХ РІДИН

<sup>1</sup>Інститут Чжецзянського університету - Тайчжоу, Китай

<sup>2</sup>Кафедра поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

<sup>3</sup>Кафедра фізики, Університет Шаосін, Шаосін, Чжецзян 312000, Китай

<sup>4</sup>Кафедра комп'ютерних наук Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

<sup>5</sup>Кафедра судової медицини та медичного права Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна

### **Анотація**

*Робота присвячена розробці та експериментальній апробації нової техніки поляризаційно-інтерференційного вимірювання Джонс-матричних зображень для діагностики синовіальної рідини, зокрема для оцінки травматичних ушкоджень колінного суглоба.*

**Ключові слова:** поляризаційно-інтерференційне вимірювання, Джонс-матричні зображення, фазове сканування, синовіальна рідина, статистичний аналіз, цифрове Фур'є, диференціальна діагностика.

### **Annotation**

*The work is dedicated to the development and experimental testing of a new technique of polarization-interferometric measurement of Jones matrix images for the diagnosis of synovial fluid, particularly for the assessment of traumatic injuries in the knee joint.*

**Keywords:** polarization-interferometric measurement, Jones matrix images, phase scanning, synovial fluid, statistical analysis, digital Fourier, differential diagnosis.

### **Вступ**

Діагностика травматичних ушкоджень колінного суглоба є складним завданням, що вимагає високоточних методів оцінки. Одним із перспективних напрямків є застосування поляризаційно-інтерференційного вимірювання для аналізу синовіальної рідини, що дає змогу здійснити точну діагностику структурних змін.

### **Результати досліджень**

Робота спрямована на розроблення та експериментальну апробацію діагностичної ефективності нової техніки поляризаційно-інтерференційного вимірювання Джонс-матричних зображень та їх

пошарового фазового сканування на прикладі фацій синовіальної рідини. Використано поляризаційну інтерферометрію, цифрове фазове сканування та статистичний аналіз алгоритмічно відтворених Джонс-матричних зображень фацій синовіальної рідини. Представлені та фізично проаналізовані результати статистичного аналізу методу поляризаційно-інтерференційного картографування з цифровим Фур'є відтворенням розподілів комплексних амплітуд об'єктних полів і алгоритмічним обчисленням у серії фазових площин дійсної та уявної складових Джонс-матричних зображень надмолекулярних мереж фацій синовіальної рідини. Установлені максимально чутливі до змін полікристалічної структури фацій синовіальної рідини статистичні маркери і продемонстровано високу точність (97,6%) диференціальної діагностики важкості патології колінного суглоба, які обумовленні травматичними uszkodженнями.

### **Висновки**

Запропонована техніка поляризаційно-інтерференційного картографування показала високу ефективність у діагностиці травматичних uszkodжень колінного суглоба, що відкриває нові можливості для застосування у клінічній практиці.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Jacques SL. Polarized light imaging of biological tissues. In: Boas D, Pitris C, Ramanujam N, editors. Handbook of Biomedical Optics. 2nd ed. CRC Press; 2011. p. 649–669
2. Vitkin A, Ghosh N, de Martino A. Tissue Polarimetry. In: Andrews DL, editor. Photonics: Scientific Foundations, Technology and Applications. John Wiley & Sons; 2015. p. 239–321.
3. Optical Sensor System for 3D Jones Matrix Reconstruction of Optical Anisotropy Maps of Self-Assembled Polycrystalline Soft Matter Films / Wójcik, W.; Hu, Z.; Ushenko, Y.; Smolarz, A.; Soltys, I.; Dubolazov, O.; Ushenko, O.; Litvinenko, O.; Mikirin, I.; Gordey, I. // Sensors. – 2024. – №24. P. 1589.

### **ПОДЯКИ**

Дослідження виконано за підтримки гранту Національного фонду досліджень України №2023.03/0174.

**Олександр Ушенко** – д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна, професор Інституту Чжецзянського університету - Тайчжоу, Китай

**Юрій Ушенко** – д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна, професор кафедри фізики, Університет Шаосін, Шаосін, Чжецзян 312000, Китай

**Ірина Солтис** – к.ф.-м.н., доцент кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

**Олександр Дуболазов** – д.ф.-м.н., професор кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна, a.dubolazov@chnu.edu.ua

**Віктор Бачинський** – д.м.н., професор, завідувач кафедри судової медицини та медичного права Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна

**Олександра Литвиненко** – к.м.н., асистент кафедри судової медицини та медичного права Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна

**Олександр Салега** – аспірант кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

**Василь Гарасим** – аспірант кафедри поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

***Oleksandr Ushenko*** – Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine, Professor, Zhejiang University Institute - Taizhou, China

***Yuriy Ushenko*** – Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Computer Science at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine; Professor at the Department of Physics, Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China.

***Iryna Soltys*** – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor at the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine.

***Oleksandr Dubolazov*** – Doctor of Science in Physics and Mathematics, Professor at the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine, a.dubolazov@chnu.edu.ua.

***Viktor Bachynskyi*** – Doctor of Science in Medicine, Professor, Head of the Department of Forensic Medicine and Medical Law at Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

***Oleksandra Lytvynenko*** – PhD in Medicine, Assistant at the Department of Forensic Medicine and Medical Law at Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

***Oleksandr Saleha*** – Postgraduate Student at the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine.

***Vasyl Harasym*** – Postgraduate Student at the Department of Printing, Multimedia, and Optical Technologies at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine.