

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

## ПОЛЯРИЗАЦІЙНО-ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНЕ ПОШАРОВЕ ДЖОНС-МАТРИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ НАДМОЛЕКУЛЯРНИХ МЕРЕЖ ФАЦІЙ БІОЛОГІЧНИХ РІДИН. ФУНДАМЕНТАЛЬНИЙ І ПРИКЛАДНИЙ АСПЕКТ

<sup>1</sup>Кафедра фізики, Університет Шаосін, Шаосін, Чжецзян 312000, Китай

<sup>2</sup>Кафедра комп'ютерних наук Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

<sup>3</sup>Кафедра поліграфічних, мультимедійних та оптичних технологій Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна

<sup>4</sup>Кафедра судової медицини та медичного права Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна

### *Анотація*

*У роботі розглянуто розроблення та експериментальну апробацію нової методики лазерного картографування Джонс-матричних зображень та їх пошарового фазового сканування для діагностики жовчнокам'яної хвороби.*

**Ключові слова:** лазерне картографування, Джонс-матричні зображення, фазове сканування, фації жовчі, поляризаційна інтерферометрія, диференціальна діагностика.

### *Annotation*

*The study examines the development and experimental validation of a new method for laser mapping of Jones matrix images and their layered phase scanning for the diagnosis of gallstone disease.*

**Keywords:** laser mapping, Jones matrix images, phase scanning, bile facies, polarization interferometry, differential diagnosis.

### **Вступ**

Сучасні методи діагностики жовчнокам'яної хвороби вимагають високої точності та чутливості для раннього виявлення патологічних змін. Одним із перспективних підходів є застосування лазерного картографування та фазового сканування Джонс-матричних зображень фацій жовчі. Методика базується на поляризаційній інтерферометрії, цифровому фазовому скануванні та алгоритмічному аналізі статистичних характеристик. Це дозволяє

отримати комплексну інформацію про надмолекулярну структуру жовчі та забезпечує високу діагностичну ефективність.

### **Результати досліджень**

Робота спрямована на розроблення та експериментальну апробацію діагностичної ефективності нової техніки лазерного картографування Джонс-матричних зображень та їх пошарового фазового сканування на прикладі фацій жовчі. Використано поляризаційну інтерферометрію, цифрове фазове сканування та статистичний аналіз алгоритмічно відтворених Джонс-матричних зображень фацій жовчі. Представлені та фізично проаналізовані результати статистичного аналізу Фур'є відтворених розподілів комплексних амплітуд і алгоритмічним обчисленням у серії фазових площин дійсної та уявної складових Джонс-матричних зображень надмолекулярних мереж фацій жовчі. Установлені максимально чутливі до змін полікристалічної структури фацій жовчі статистичні маркери і продемонстровано високу точність (95.2%) ранньої диференціальної діагностики жовчнокам'яної хвороби – калькульозного холециститу.

### **Висновки**

Розроблена методика лазерного картографування та пошарового фазового сканування Джонс-матричних зображень фацій жовчі забезпечує високу діагностичну ефективність. Використання статистичних маркерів дозволяє точно ідентифікувати патологічні зміни на ранніх стадіях жовчнокам'яної хвороби, що відкриває нові перспективи для неінвазивної діагностики та моніторингу

### **ПОДЯКИ**

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

### **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. 3D Jones-matrix thesiography of biological fluid facies / Alexander Ushenko, Iryna Soltys, Alexander Dubolazov, Yuriy Ushenko, Viacheslav Bilooky, Olexander Bilookyi, Olexandra Litvinenko, Ivan Mikirin, Jun Zheng, Zhebo Chen, and Lin Bin // Journal of Innovative Optical Health Sciences. – 2025. – № 12 (06). P. 2443002-1 - 2443002-18.

**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

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

**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 Олар** - к.ф.-м.н., асистент кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету, Чернівці, Україна, асистент 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

**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.

**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.

**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 Bachynskiy** – 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 Olar** – PhD in Physics and Mathematics, Assistant at the Department of Computer Science at Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine; Assistant 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.