

---

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
ВИЩИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКРАЇНИ  
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# МАТЕРІАЛИ

науково-практичної інтернет-конференції

## РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ



*м. Чернівці*  
*27 листопада 2019 року*

---

УДК 5-027.1:61(063)

**Р 64**

Медицина є прикладом інтеграції багатьох наук. Наукові дослідження у сучасній медицині на основі досягнень фізики, хімії, біології, інформатики та інших наук відкривають нові можливості для вивчення процесів, які відбуваються в живих організмах, та вимагають якісних змін у підготовці медиків. Науково-практична інтернет-конференція «**Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині**» покликана змінювати свідомість людей, характер їхньої діяльності та стимулювати зміни у підготовці медичних кадрів. Вміле застосування сучасних природничо-наукових досягнень є запорукою подальшого розвитку медицини як галузі знань.

Конференція присвячена висвітленню нових теоретичних і прикладних результатів у галузі природничих наук та інформаційних технологій, що є важливими для розвитку медицини та стимулювання взаємодії між науковцями природничих та медичних наук.

#### **Голова оргкомітету**

професор, д.фіз.-мат.н. **Федів В.І.**, завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Радою ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет»

#### **Оргкомітет**

доц., к.тех.н. **Бірюкова Т.В.**, доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет»

доц., к.фіз.мат.н. **Іванчук М.А.**, доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет»

доц., к.фіз.мат.н. **Олар О.І.**, доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет»

#### **Почесний гість**

**Prof. Dr. Anton Fojtik**, Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University, Prague, Czech Republic; Institute for Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovation, Technical University of Liberec, Czech Republic

**Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині:** матеріали науково-практичної інтернет-конференції, м. Чернівці, 27 листопада 2019 р. / за ред. В. І. Федіва – Чернівці: БДМУ, 2019. – 390 с.

У збірнику подані матеріали науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині». У тезах представлені результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Матеріали подаються в авторській редакції. Відповідальність за достовірність інформації, правильність фактів, цитат та посилань несуть автори.

Для наукових та науково-педагогічних співробітників, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів та студентів.

**Рекомендовано до друку Вченою Радою ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет» (Протокол №4 від 28.11.2019 р.)**

**ISBN 978-966-697-840-3**

---

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE  
HIGHER STATE EDUCATIONAL ESTABLISHMENT OF UKRAINE  
“BUKOVINIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY”

# CONFERENCE PROCEEDINGS

## DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCES AS A BASIS OF NEW ACHIEVEMENTS IN MEDICINE



*Chernivtsi, Ukraine*  
*November 27, 2019*

---

**UDC 5-027.1:61(063)**

**P 64**

Medicine is an example of the integration of many sciences. Scientific research in modern medicine, based on the achievements of physics, chemistry, biology, computer science and other sciences, opens new opportunities for studying the processes occurring in living organisms and requires qualitative changes in the training of physicians. Scientific-practical Internet conference "**Development of natural sciences as the basis of the latest achievements in medicine**" aims to change the consciousness of people, the nature of their activity and stimulate changes in the training of medical personnel. The skillful application of modern scientific achievements is the key to the further development of medicine as a field of knowledge.

The conference is dedicated to the coverage of new theoretical and applied results in the field of natural sciences and information technologies, which are important for the development of medicine and stimulating interaction between scientists of natural and medical sciences.

**General Chairman of the Conference**

Prof, Dr. **Volodymyr Fediv**, chief of the Department of Biological Physics and Medical Informatics at Higher state educational establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University"

**Programme committee**

Ass.prof., PhD **Tetjana Birukova**, Department of Biological Physics and Medical Informatics at Higher state educational establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University"

Ass.prof., PhD **Maria Ivanchuk**, Department of Biological Physics and Medical Informatics at Higher state educational establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University"

Ass.prof., PhD **Olena Olar**, Department of Biological Physics and Medical Informatics at Higher state educational establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University"

**Invited lecturer**

**Prof. Dr. Anton Fojtik**, Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University, Prague, Czech Republic;  
Institute for Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovation, Technical University of Liberec, Czech Republic

**Development of Natural Sciences as a Basis of New Achievements in Medicine:** Conference Proceedings, November, 27, 2019, Chernivtsi, Ukraine/ edited by V.Fediv – Chernivtsi,BSMU, 2019. – 390 p.

The proceeding contains materials of a scientific and practical Internet conference "Development of the natural sciences as the basis of the latest achievements in medicine" which present the results of theoretical and experimental studies.

Papers are submitted by the author editing. The authors are responsible for the accuracy of the information, the correctness of the facts, quotations and references.

For scientific and scientific-pedagogical staff, teachers of higher education institutions, graduate students and students.

**ISBN 978-966-697-840-3**

УДК 577.342:616.1/4-073.55

## ЛАЗЕРНА ПОЛЯРИМЕТРИЧНА ДІАГНОСТИКА ТКАНИН ПАРЕНХІМАТОЗНИХ ОРГАНІВ

Григоришин П. М.<sup>1</sup>, Ушенко О. Г.<sup>2</sup>, Шаплавський М.В.<sup>1</sup>, Гуцул О. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Вищий державний навчальний заклад України

«Буковинський державний медичний університет», Чернівці, Україна

<sup>2</sup>Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці

**Анотація.** Визначені критерії диференціації поляризаційно-фазових параметрів двопротенезаломлюючої компоненти – статистичні моменти 3-го і 4-го порядків координатних розподілів дійсних частин елементів матриці Джонса тканин паренхіматозних органів.

**Ключові слова:** лазерна поляриметрія, паренхіматозні тканини.

У роботах Ушенка О.Г. та ін. [1-4] успішно апробована модель описання оптичної анізотропії біологічних тканин на основі використання матриці Мюллера оптично одноосних двопротенезаломлюючих кристалів. Формалізм матриці Джонса використовується для класифікації та подальшої диференціації сукупності поляризаційних властивостей основних типів біологічних тканин людини. На першому етапі розглядається аналітичне обґрунтування взаємозв'язку елементів матриці Джонса, що описують оптичні властивості біологічними тканинами, з добре відомими підходами поляризаційного картографування азимутів і еліптичностей їх зображень використання статистичного та кореляційного аналізу двовимірних розподілів матричних елементів. Важливим залишається розробка критеріїв діагностики, сформульованих на основі Джонс-матричної класифікації поляризаційно-фазових властивостей біологічних кристалів тканин людини, для різної морфологічної будови, в тому числі для тканин паренхіматозних органів.

Дослідники de Voer J.F та ін. [5] використовували низько-когерентний інтерферометр Майкельсона, проводили аналіз двомірного зображення оптичного двопротенезаломлення в коров'ячому сухожиллі в залежності від глибини. Методика дозволяє безконтактно досліджувати структурні властивості двовимірних зображень тканини. S. Jiao, L.V. Wang [6]

провели аналіз лазерного поляризаційного зображення заснований на оптичній когерентній томографії з використанням матриці Мюллера з високою просторовою роздільною здатністю. Двопроменезаломлення лазерних променів використано для вимірювання параметрів матриці Мюллера м'яких тканин свинячого сухожилля.

Метою дослідження є аналіз лазерних поляриметричних зображень здорової та патологічно зміненої тканин нирки.

В основу теоретичного моделювання покладений підхід Ковіна про структурне утворення та будову основних типів біологічних тканин, включаючи і тканини людини. Згідно такого підходу основу будь якої біологічної тканини людини складає ниткоподібна (фібрилярна) позаклітинна матриця. Оптичні властивості такої структури є анізотропними та подібними до заморожених рідких кристалів. Виходячи з цього, незалежно від морфологічних та фізіологічних властивостей, фібрилярну структуру будь якої біологічної тканини можна характеризувати матричним оператором Джонса  $\{D\}$  оптично одноосного двоприменезаломлюючого кристалу. Морфологія тканини нирки може бути представлена двохкомпонентною кристалічною структурою. Аморфна – паренхіма, яка складається з шарів: зовнішня коркова тканина та внутрішня мозкова речовина. Кристалічна – каналці з епітелію, речовина якого є оптично анізотропною ( $\Delta n \approx 10^{-3}$ ); ниркові тільця (тільця Маллорі), в яких розміщені клубочки, стінки яких є двоприменезаломлюючими ( $\Delta n \approx 10^{-4} \div 10^{-3}$ ). Кожен такий клубочок, складається з 50 капілярних вузлів і оточений капсулою, що сформована шаром плоского епітелію. До інших двоприменезаломлюючих структур відноситься артеріально-венозна мережа, речовина елементів якої складається з оптично-анізотропних еластичних колагенових волокон і м'язових шарів. Традиційна медична діагностика септичного запалення тканини нирки на його ранніх етапах вкрай утруднена і неоднозначна відсутністю характерної стійкої клінічної картини. Розробка альтернативних оптичних методів такої діагностики дає об'єктивні критерії змін структури тканини паренхіматозних органів, пов'язаних з виникненням запальних процесів.

На рис. 1 наведена оптична схема поляриметра. Паралельний світловий пучок ( $\varnothing = 10^4$  мкм) He-Ne лазера 1 ( $\lambda = 0.6328$  мкм,  $W = 5.0$  мВт) проходить через коліматор 2, стаціонарну четверть хвильову пластинку 3, механічно рухомі четвертьхвильові пластинки 5, 8, поляризатор і аналізатор 4, 9, відповідно, досліджуваний об'єкт 6, мікрооб'єктиви 7. Сформовані поляризаційні зображення направляються на площину світлочутливої площини (800x600 пікселів) CCD-камери 10, яка забезпечує діапазон вимірювання структурних

елементів біологічних тканин розмірів – 2-2000 мкм; статистичний аналіз зображень біологічних тканин проводиться персональним комп’ютером 11. Формування лазерного пучка відбувається з довільним азимутом  $0^{\circ} \leq \alpha_0 \leq 180^{\circ}$  або еліптичністю  $0^{\circ} \leq \beta_0 \leq 90^{\circ}$  поляризації.

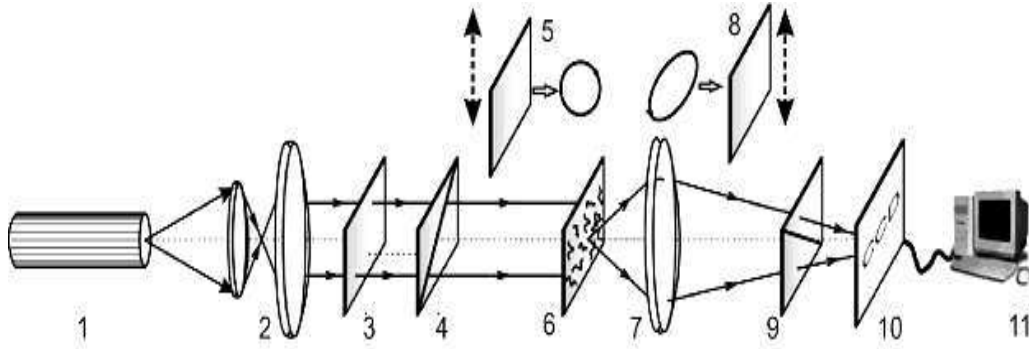


Рис. 1. Оптична схема поляриметра.

На рис. 2 наведені координатні (“а”, “б”) та трьохвимірні (“в”, “г”) розподіли елементу  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирки.

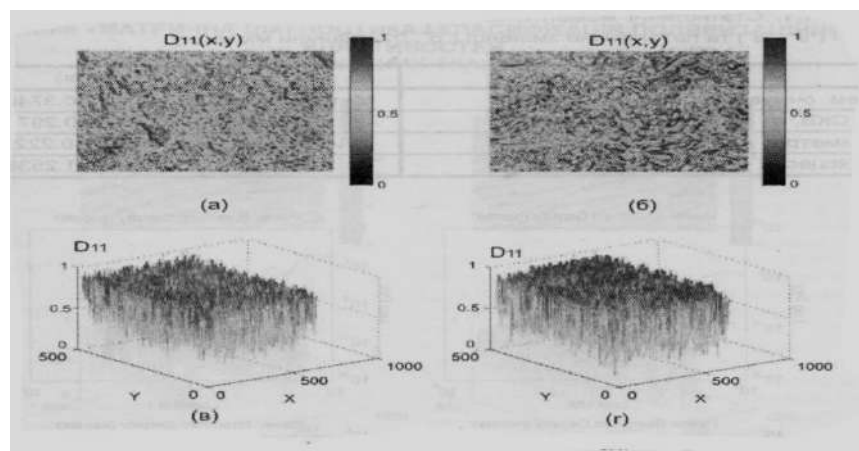


Рис. 2. Координатні розподіли елементу  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирки.

На рис. 3 наведені координатні (“а”, “б”) та трьохвимірні (“в”, “г”) розподіли автокореляційних функцій елементу  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирки.

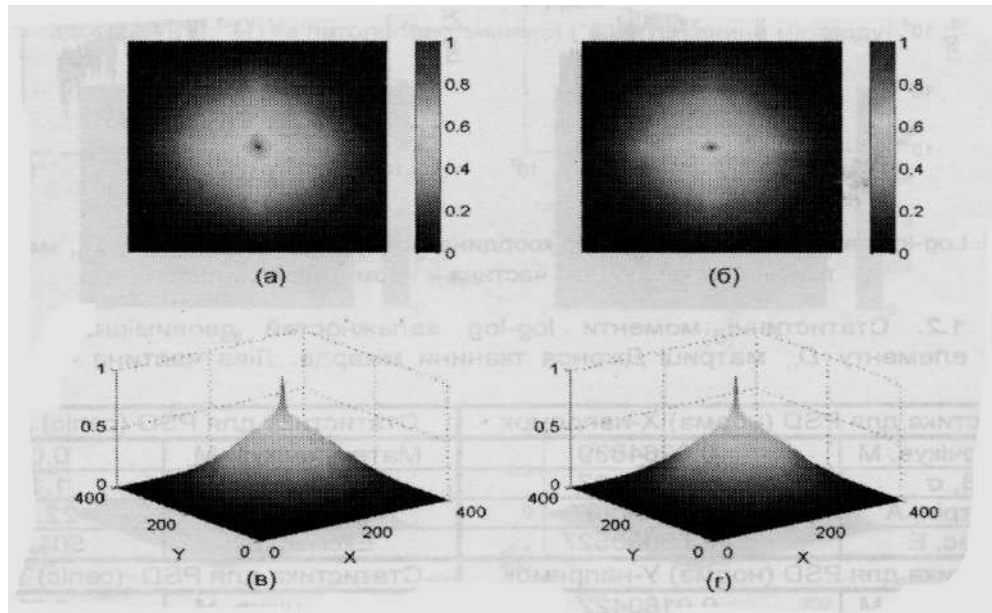


Рис. 3. Координатні розподіли автокореляційних функцій елементу  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирки.

На рис. 4 наведені log-log залежностей двомірного координатного елементу  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирки.

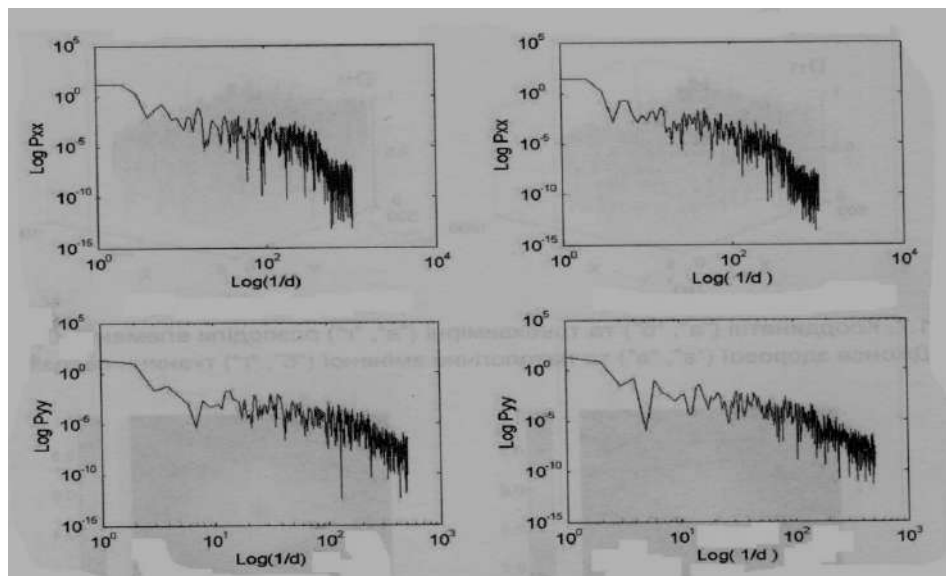


Рис. 4. Log-log залежностей двомірного координатного елементу  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирки.

У таблицях 1 і 2 наведені статистичні моменти матриці Джонса тканини нирки в нормі та патології.

Таблиця 1



Статистичні моменти координатного розподілу елементу  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової та патологічно зміненої тканини нирки

$D_{11}(x, y)$ (норма)		$D_{11}(x, y)$ (патологія)	
Математичне очікування, М	0,15	Математичне очікування, М	0,13
Середнє квадратичне відхилення, $\sigma$	0,16	Середнє квадратичне відхилення, $\sigma$	0,16
Асиметрія, А	0,57	Асиметрія, А	0,59
Ексцес, Е	1,28	Ексцес, Е	1,00

Таблиця 2

Статистичні моменти log-log залежностей двомірного координатного розподілу елементу  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової та патологічно зміненої тканини нирки

Норма (Х-напрямок)		Патологія (Х-напрямок)	
Математичне очікування, М	0,03	Математичне очікування, М	0,05
Середнє квадратичне відхилення, $\sigma$	0,73	Середнє квадратичне відхилення, $\sigma$	1,12
Асиметрія, А	22,39	Асиметрія, А	23,49
Ексцес, Е	503,13	Ексцес, Е	505,07
Норма (Y-напрямок)		Патологія (Y-напрямок)	
Математичне очікування, М	0,06	Математичне очікування, М	0,05
Середнє квадратичне відхилення, $\sigma$	0,93	Середнє квадратичне відхилення, $\sigma$	0,88
Асиметрія, А	18,26	Асиметрія, А	19,57
Ексцес, Е	348,46	Ексцес, Е	400,18

Таким чином, анізотропна складова здорової тканини формується біологічними кристалами позаклітинних матриць трьох основних типів біологічної тканини (сполучна, м'язова і епітеліальна тканини). Така складна будова позаклітинної матриці тканини нирки, виявляється у координатно-неоднорідній модуляції фазових зсувів між ортогональними компонентами поляризації лазерної хвилі, що зондує біологічну тканину. Даний процес призводить до формування як статистичної, так і стохастичної складової у координатному розподілі фазових кутів елементів  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса, що експериментально виявляється у відповідній осциляції амплітуди фазової функції.

Запальний септичний процес формує локальні набряки сукупності тканин нирки, що оптично виявляється у зростанні їх анізотропії. Такий ріст двопронезаломлення (при

незмінній геометрії напрямків оптичних біологічних кристалів) призводить збільшення глибини модуляції значень фазових кутів.

Запропонований метод дозволяє визначити критерії диференціації поляризаційно-фазових параметрів двопробенезаломлюючої компоненти – статистичні моменти 3-го і 4-го порядків координатних розподілів дійсних частин елементів матриці Джонса.

### Список використаних джерел

1. Ушенко О.Г., Бойчук Т.М., Пересунько О.П., Унгурян О.П. Основи поляриметрії. Вектор-параметрична діагностика патологічного стану біологічних тканин людини. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2010. 576 с.
2. Ушенко О.Г., Бойчук Т.М. та ін. Основи лазерної поляриметрії. Біологічні рідини. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. 656 с.
3. Bren D. Cameron, Yanfang Li. Polarization-Based Diffuse Reflectance Imaging for Noninvasive Measurement of Glucose. *J Diabetes Sci Technol*. 2007. Vol. 1, №6. P. 873-878,
4. Ульянова АС. Использование лазерных спеклов при идентификации патологически измененных биотканей. *Квантовая электроника*. 2008. Vol. 38, №6. P. 557-562.
5. de Boer J.F., Milner T.E., Gemert M.J., Van Nelson J.S. Two-dimensional birefringence imaging in biological tissue by polarization-sensitive optical coherence tomography. *Opt. Lett.* 1997. Vol. 22, №12. P. 934-936,
6. Jiao S., Wang L.V. Two-dimensional depth-resolved Mueller matrix of biological tissue measured with double-beam polarization-sensitive optical coherence tomography. *Opt. Lett.* 2002. Vol. 27, №2. P. 101-103,

УДК 577.342:616.018.2'6'7-073.55

## ЛАЗЕРНА ПОЛЯРИМЕТРИЧНА ДІАГНОСТИКА ЕПІТЕЛІАЛЬНОЇ, М'ЯЗОВОЇ ТА СПОЛУЧНОЇ ТКАНИН

Григоришин П. М.<sup>1</sup>, Ушенко О. Г.<sup>2</sup>, Шаплавський М.В.<sup>1</sup>, Гуцул О. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Вищий державний навчальний заклад України

«Буковинський державний медичний університет», Чернівці, Україна

<sup>2</sup>Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці

**Анотація.** У роботі проведена лазерна поляриметрична діагностика епітеліальної, м'язової та сполучної тканин шляхом обчислення статистичних моментів та кореляційних параметрів розподілу елементу матриці Джонса та фазового зсуву біологічних тканин у нормі та патології.

**Ключові слова:** лазерна поляриметрія, біологічні тканини.