

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

# МАТЕРІАЛИ

II науково-практичної інтернет-конференції  
**РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК  
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ  
ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ**



*м. Чернівці  
22 червня 2022 року*

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE  
BUKOVINIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY

# CONFERENCE PROCEEDINGS

## II Scientific and Practical Internet Conference **DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCES AS A BASIS OF NEW ACHIEVEMENTS IN MEDICINE**



*Chernivtsi, Ukraine*  
*June 22, 2022*

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 науково-організаційного комітету**

**Володимир ФЕДІВ** професор, д.фіз.-мат.н., завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Члени науково-організаційного комітету**

**Тетяна БІРЮКОВА** к.тех.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Оксана ГУЦУЛ** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Марія ІВАНЧУК** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Олена ОЛАР** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Почесний гість**

**Prof. Dr. Anton FOJTIK** Факультет біомедичної інженерії, Чеський технічний університет, м.Прага, Чеська республіка

**Комп'ютерна верстка:**

**Марія ІВАНЧУК**

**Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині:** матеріали II науково-практичної інтернет-конференції, м. Чернівці, 22 червня 2022 р. / за ред. В. І. Федіва – Чернівці: БДМУ, 2022. – 489 с.

У збірнику подані матеріали науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині». У статтях та 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 Буковинського державного медичного університету (Протокол №11 від 22.06.2022 р.)*

**ISBN 978-966-697-983-7**

**Лазерна поляриметрична діагностика біологічних тканин**

<sup>1</sup>Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

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

**Анотація.** У роботі використана Мюллер-матрична поляриметрия для аналізу оптико-морфологічних властивостей зображень мап біологічних тканин стінок стравоходу, взятих у новонароджених, а також мазків пуповинної крові й капілярної крові матері. У зв'язку з цим стало можливим виявити діагностичні ймовірності критеріїв для макроскопічних утворень у нормі і внутрішньоутробному формуванні вад (атрезії) різної локалізації.

**Ключові слова:** лазерна поляриметрия, тканини стравоходу, мазки крові.

**Вступ.** Одними із перших систематичних застосувань вектор-параметричного та матричного формалізму в аналізі процесів розсіювання лазерного поляризованого випромінювання біологічними об'єктами стали дослідження в роботах [1, 2]. Лазерна поляриметрия широко застосовується в морфології, імунології, вірусології та гематології у зв'язку з тим що лазери мають малу кутову розбіжність, високу спектральну густину. Розроблені комп'ютерні програми дозволяють суттєво спростити вимірювання і підвищують їх надійність при аналізі отриманих лазерних зображень [3]. Морфологічні-полікристалічні структури зразків реальних біологічних тканин мають складну просторово-орієнтаційну організацію. Мюллер-матрична поляриметрия оптичної анізотропії біологічних тканин дозволяє кількісно оцінювати структури мікрооб'єктів фазово-неоднорідних шарів біологічних тканин і рідин [4, 5].

**Мета дослідження.** Використання лазерної поляриметрії (Мюллер-матрична поляриметрия) для аналізу структури тканин стравоходу новонародженого, мазків крові матері та пуповинної крові.

**Методи дослідження.** Для вивчення поляризаційних властивостей стінок стравоходу новонародженого та полікристалічних мереж пуповинної та капілярної крові матері використовується матриця Мюллера, проводиться масштабно-селективний аналіз розподілів характеристичних значень дійсної й уявної складової лазерних зображень біологічних об'єктів. Для обробки лазерних зображень мікропрепаратів використовували статистичний та

фрактальний методику аналізу розподілів елементів матриці Мюллера оптико-анізотропної складової біологічних тканин.

Для оцінки розподілів елементів матриці Мюллера  $Z_{ik}(x,y)$  використовуються статистичні моменти 1-4-го порядків [1]:

$$M_1 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |Z_{ik}|, \quad M_2 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ik}^2}, \quad M_3 = \frac{1}{M_2^3} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ik}^3, \quad M_4 = \frac{1}{M_2^4} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ik}^4,$$

де  $m$  – кількість пікселів CCD-камери.

**Результати досліджень.** Кристалічна компонента – колагенові білки, міозин, тощо є просторово зорієнтованими двопронезаломлюючими протеїновими фібрилами. Властивості кожної окремої фібрили моделюються оптично одноосним кристалом, напрям осі якого збігається з напрямком укладання в площині біологічної тканини, показник двопронезаломлення визначається її речовиною. Архітектонічна сітка біологічної тканини (стінка стравоходу) утворена різноманітними двопронезаломлюючими колагеновими фібрилами. Встановлені механізми формування поляризаційної неоднорідності об'єктивних полів біологічної тканини і нормі та патології (атрезія стравоходу). Поляризаційна візуалізація архітектонічної структури біологічної тканини різного морфологічного типу дозволяє впровадити статистичний аналіз координатних розподілів поляризаційних параметрів полів розсіяного лазерного випромінювання, що неможливо зробити при аналізі фотографій, отриманих на основі гістологічних зрізів.

На рис. 1 показана традиційна оптична схема поляриметра. Освітлення зразків полікристалічних мереж крові, тканин проводиться паралельним слабоінтенсивним пучком He-Ne лазера.

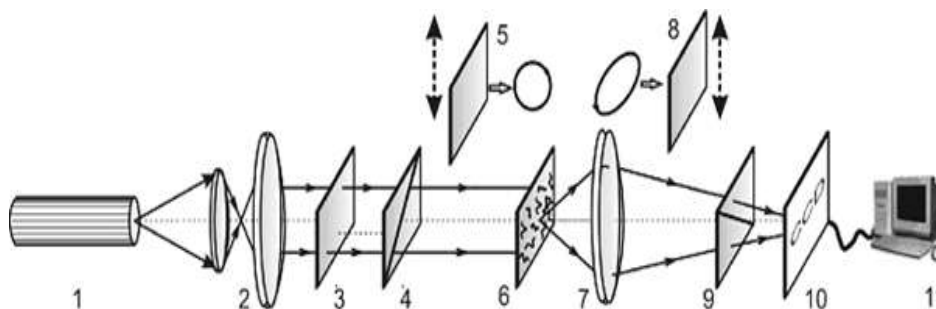


Рис. 1. Оптична схема поляриметра: 1 – He-Ne лазер; 2 – коліматор; 3 – стаціонарна чвертьхвильова пластинка; 5, 8 – механічні рухомі чвертьхвильові пластинки; 4, 9 – поляризатор і аналізатор відповідно; 6 – об'єкт дослідження; 7 – мікроскоп; 10 – CCD камера; 11 – персональний комп'ютер.

Елементи матриці Мюллера стінок стравоходу в новонароджених в нормі та при атрезії стравоходу наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Елементи матриці Мюллера  $Z_{ik}$  для нормальної та патологічної ділянок стравоходу новонароджених

$Z_{ik}$	Нормальна ділянка	Преатретичний сегмент	Ділянка атрезії
$Z_1$	$0,74 \pm 0,33$	$0,57 \pm 0,025$	$0,57 \pm 0,04$
$Z_2$	$0,19 \pm 0,01$	$0,17 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,08$
$Z_3$	$0,44 \pm 0,04$	$1,46 \pm 0,03$	$2,59 \pm 0,27$
$Z_4$	$0,65 \pm 0,011$	$0,96 \pm 0,02$	$1,91 \pm 0,23$

Для проведення діагностики у нормі беруть елементи матриці Мюллера 3-го і 4-го порядків, які збільшуються в преатретичному сегменті та в ділянці атрезії стінки стравоходу в новонароджених у 3,31 і 5,89 і в 1,75 і 3,23 рази відповідно.

Для проведення діагностики при патології беруть елементи матриці Мюллера 3-го і 4-го порядків, які збільшуються в преатретичному сегменті та в ділянці атрезії стінки стравоходу в новонароджених у 3,34 і 6,44 і в 1,75 і 2,94 рази відповідно.

На рис. 2. наведений приклад використання лазерної поляриметри стінок стравоходу в нормі та патології (атрезії).

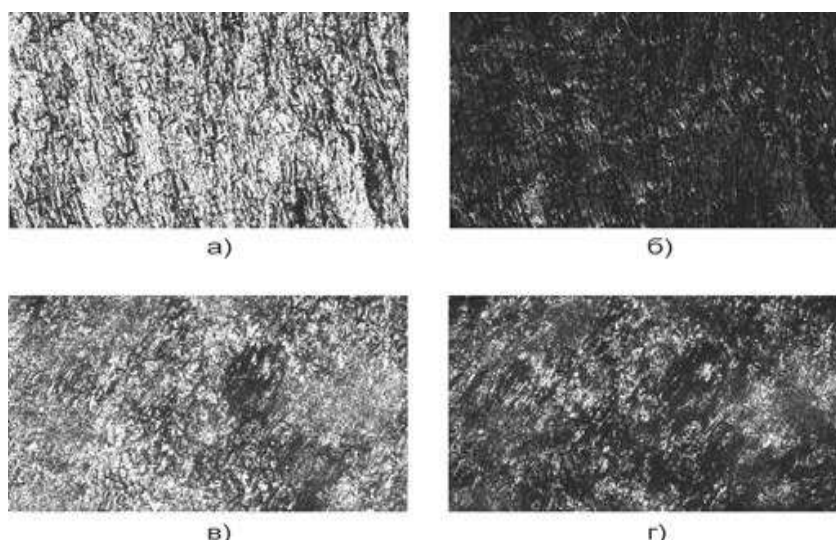


Рис.2. Лазерні поляризаційні зображення тканин стравоходу новонародженого: а – нормальна ділянка; б – преатретичний сегмент; в, г – атрезія.

На рис. 3, рис. 4 наведені поляризаційні зображення кристалітних зразків пуповинної крові новонародженого (а) та капілярної крові матері (б) з патологічними змінами для співвісних та схрещених площинах пропускання аналізатора та поляризатора.

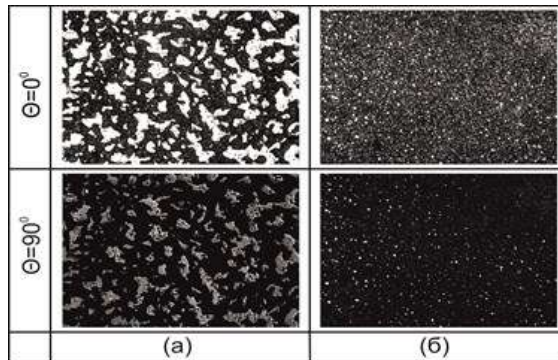


Рис. 3. Лазерні поляризаційні зображення кристалітних зразків пуповинної крові новонародженого (а) та капілярної крові матері (б) без патологічних змін для співвісних та схрещених площинах пропускання аналізатора та поляризатора.

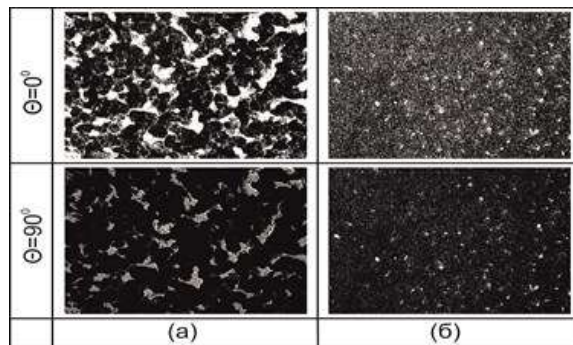


Рис. 4. Лазерні поляризаційні зображення кристалітних зразків пуповинної крові новонародженого (а) та капілярної крові матері (б) з патологічними змінами для співвісних та схрещених площинах пропускання аналізатора та поляризатора.

Проведений порівняльний аналіз лазерних зображень пуповинної крові виявив різну координатну структуру даних зразків. Для оптико-анізотропної складової зразків крові здорової людини переважають просторово-впорядковані щодо декількох напрямів. Кров новонароджених з патологічними змінами крові матері містить більшою мірою неупорядковані за напрямками оптичних осей кристалів глобулінів.

Встановлені відмінності в статистичних моментах 3-го та 4-го порядків, зокрема для мазків крові зразків пуповинної крові новонароджених без патологічних змін: статистичний момент 3-го порядку (асиметрія) в 2,34 рази більший за аналогічний параметр для зразків крові новонароджених з патологічними змінами, 4-ий параметр (ексцес) в 2,34 рази більший для зразків крові новонароджених без патології у порівнянні з аналогічними параметрами для зразків крові новонароджених з патологією.

На основі моделі у межах статистичного підходу виявлені взаємозв'язки між статистичними моментами координатних розподілів параметрів трансформованого поляризованого лазерного випромінювання, що пройшло через багат шаровий біооб'єкт і його оптико-геометричною будовою. Запропоновані результати є підґрунтям для розробки діагностичного методу двовимірної Мюллер-матричної томографії реальних багат шарових біологічних тканин.

Встановлено кореляційний зв'язок між параметрами пуповинної крові та крові матері: в нормі ( $r = 0,93$ ), при хворобі матері ( $r = 0,89$ ). Клітинний склад пуповинної крові повністю відображає стан гемопоєзу плода до кінця гестаційного періоду, значною мірою залежить як від особливостей перебігу вагітності та пологів, так і від перенесених захворювань.

**Висновки.** Методика лазерної поляризаційно-чутливої діагностики аналізу оптико-морфологічних властивостей зображень мап дозволяє кількісно оцінювати стан біологічних тканин стінки стравоходу новонароджених у нормі та при атрезії. Продемонстровано діагностичні можливості статистичного та фрактального аналізу координатних розподілів елементів матриці Мюллера зразків крові різного фізіологічного стану новонароджених та їх матері. Фрактальний та статистичний аналіз (трансформація фрактальності в мультифрактальність) показав на зменшення статистичних моментів 3-го та 4-го порядків координатних розподілів орієнтаційних елементів матриці Мюллера. Для зразків крові матерів діагностично чутливим є статистичний аналіз "орієнтаційно-фазових" елементів матриці Мюллера (збільшення статистичних моментів 3-го та 4-го порядків при патологічних змінах).

### Список використаних джерел

1. Ушенко О.Г., Бойчук Т.М., Пересунько О.П., Унгурян В.П. Вектор-параметрична діагностика патологічного стану біологічних тканин людини. Чернівці, 2010. 576 с.
2. Ушенко О.Г., Заболотна Н.І. Мюллер-матрична двовимірна томографія багат шарових полікристалічних мереж біологічних тканин і рідин. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. 2010. № 2(20). С. 156-162.
3. Ушенко Ю.А., Томка Ю.Я., Дуболазов А.В., Тельняк О.Ю. Диагностика изменений оптической анизотропии биологических тканей с использованием матрицы Мюллера. Квантовая электроника (Россия). 2011. Т. 41, № 3. С. 273-277.
4. De Boer J.F, Milner T.E., Nelson J.S. Determination of the depth-resolved Stokes parameters of light backscattered from turbid media by use of polarization-sensitive optical coherence tomography. Opt. Lett. 1999. Т. 24. С. 300-302.
5. Bachinskyi V., Trifonyuk L., Wanchuliak O. Laser polarimetry of biological tissues and fluids. P.7: Chapter 7. 3D methods of Mueller-matrix polarimetry of optically anisotropic biological layers Paperback – June 4, 2020. 272 p.