

## ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНА СИСТЕМА ДЖОНС-МАТРИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ ПЛІВОК ПЛАЗМИ КРОВІ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ МОЛОЧНИХ ЗАЛОЗ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет.

### **Анотація**

*В роботі запропоновано інтелектуалізовану систему Джонс-матричного картографування плівок плазми крові. Вперше було реалізовано підхід автоматизованої підтримки прийняття рішень для класифікації та диференціації зразків на «норму» та «патологію» на основі методу нечіткої логіки.*

**Ключові слова:** матриця Джонса, матриця Мюллера, поляризація, діагностика, нечітка логіка

### **Abstract**

*The intellectualized system of Jones-matrix mapping of blood plasma films were proposed in this paper. Automated decision making methodology for the samples classification and differentiation to "norma"- "pathology" by implementation of decision-making technology based on fuzzy-logic method were first implemented.*

**Keywords:** Mueller matrix, Jones matrix, polarization, diagnostics, fuzzy logic

### **Вступ**

В наш час за допомогою новітніх методів лазерної поляриметрії стало можливим отримання нових результатів при дослідженнях будови та властивостей біологічних об'єктів, зокрема – біологічних рідин. Головною задачею при пошуку нових методів є отримання якісно нових та діагностично ефективних критеріїв для диференціації досліджуваних біологічних об'єктів. Мюллер-матричне [1] та Джонс-матричне [2] картографування плівок плазми крові є одними з найефективніших методів дослідження будови останніх. Проте, постає питання достовірності та ефективності процесу диференціації дослідних зразків, адже цей процес зводиться до «грубої» класифікації на «норму-патологію» за певними критеріями, що де-факто вносить суттєву похибку (так звані «зони перекриття»). Тому, актуальним є пошук методів класифікації та диференціації, які дозволили б підвищити якість та достовірність даного процесу.

Метою даної роботи є розширення функціональних можливостей існуючої мультифункціональної системи двовимірної лазерної поляриметрії за рахунок імплементації підходу автоматизованої підтримки прийняття рішень на основі методу нечіткої логіки при диференціації та класифікації досліджуваних зразків плазми крові для діагностики молочних залоз.

### **Результати дослідження**

Під Джонс-матричним картографуванням будемо розуміти комплекс окремих експериментальних кроків для вимірювання координатних розподілів сукупності дійсних та уявних елементів матриці Джонса з подальшим статистичним аналізом одержаних поляризаційних мап з метою визначення критеріїв (взаємозв'язків) діагностики і диференціації параметрів анізотропії плівок плазми крові [2, 3]. Алгоритм Джонс-матричного картографування реалізовано на архітектурі автоматизованої системи двовимірної поляриметрії, поданої на рис. 1 [4].

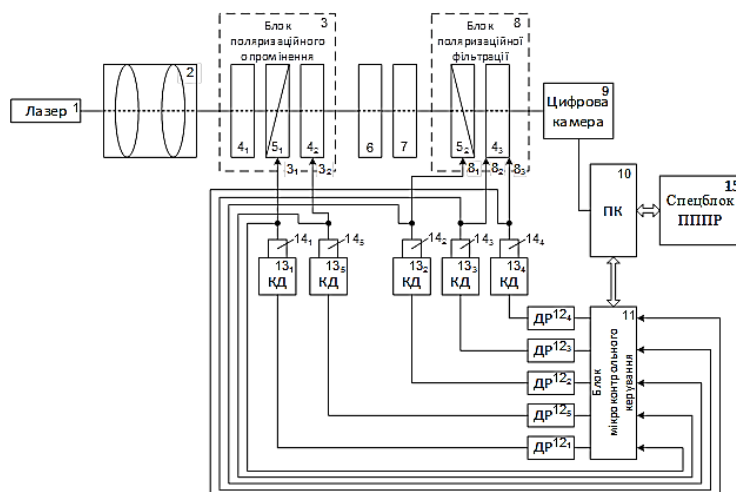


Рис. 1. Мультифункціональна автоматизована система двовимірної поляриметрії

Детальний опис та функціонування даної системи та її складових елементів подано в [4]. Для реалізації підходу автоматизованої підтримки прийняття рішень на основі методу нечіткої логіки, в представленій системі було імплементовано спеціальний програмно-обчислювальний блок 15. Інформативні показники визначаються в процесі статистичного оброблення двовимірних розподілів елементів матриці Джонса плівок плазми крові при станах «норма» та «патологія» молочних залоз.

Існують різні методи підтримки прийняття рішень, наприклад: на основі нейромереж, байєсівської логіки тощо. В даній роботі вибір було зроблено на користь методу нечіткої логіки.

Суть автоматизованої підтримки прийняття рішень на основі методу нечіткої логіки зводиться до отримання однозначних цифрових виразів для тих критеріїв, які мають описові характеристики і якісний зміст, наприклад, такі признаки як: Н – низький, НС – нижче середнього, С – середній, ВС – вище середнього, В – високий.

Кожен зі вказаних термів представляє собою нечітку множину, задану за допомогою спеціальних функцій належності і може бути представлена відповідним інтервалом від 0 до 1. Про абсолютну неприналежність до множини свідчить 0, а абсолютній приналежності відповідає 1.

Вхідними інформативними показниками слугували розраховані статистичні моменти  $M_1, M_2, M_3, M_4$  1-4-го порядків вимірних поляризаційних мап дійсних елементів матриці Джонса досліджуваних зразків плазми крові людини обох станів («норма» та «патологія») (таблиця 1).

Таблиця 1 – Статистичні моменти 1-4-го порядків розподілів «орієнтаційних»  $R_{11}(m \times n)$  і «фазових»  $R_{12;21}(m \times n)$  поляризаційних зображень зразків плівок плазми крові

|       | $R_{11}(m \times n)$<br>Норма | $R_{12;21}(m \times n)$<br>Норма | $R_{11}(m \times n)$<br>Патологія | $R_{12;21}(m \times n)$<br>Патологія |
|-------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| $M_1$ | 0,784 ± 0,012                 | 0,716 ± 0,056                    | 0,797 ± 0,025                     | 0,826 ± 0,064                        |
| $M_2$ | 0,143 ± 0,08                  | 0,089 ± 0,01                     | 0,123 ± 0,05                      | 0,045 ± 0,025                        |
| $M_3$ | 0,127 ± 0,095                 | 0,694 ± 0,095                    | 1,189 ± 0,22                      | 1,016 ± 0,07                         |
| $M_4$ | 3,761 ± 0,24                  | 7,079 ± 0,52                     | 3,262 ± 0,423                     | 3,021 ± 0,33                         |

Далі формувалась експертна база даних для комплексної оцінки стану пацієнтів, з яких потім формувались математичні вирази (правила) для проведення комплексної діагностики

захворювань; отримані математичні вирази описують причинно - наслідкові зв'язки між факторами ризику і конкретним діагнозом.

Для кожної з баз даних з ціллю формалізації показників визначались відповідні функції належності. Графічний та аналітичний вигляд функцій належності для інформативних параметрів  $M_3(R_{11})$  представлено на рисунку 2.

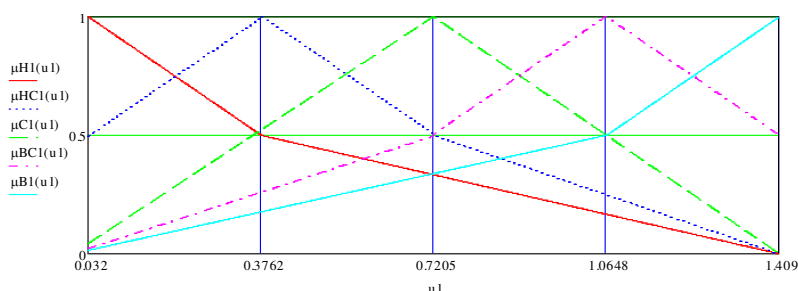


Рисунок 5 – Графічний вигляд функцій належності для  $M_3(R_{11})$

За раніше сформованими правилами були розраховані значення нозологій «норма», «патологія» молочних залоз: для «норми» це значення складо 0,75; для «патології» - 0,29.

### Висновки

На основі запропонованої інтелектуалізованої системи Джонс-матричного картографування плівок плазми крові вперше реалізовано підхід автоматизованої підтримки прийняття рішень для диференціації досліджуваних зразків плазми крові на «норму» та «патологію». Отримані результати відкривають потенційно нові можливості для подальшого підвищення рівня достовірності в задачах класифікації та діагностики.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дроненко О. В. Застосування системи поляризаційного картографування азимутів лазерних зображень плівок плазми крові у діагностиці патології молочних залоз / О. В. Дроненко, К. О. Радченко, І. В. Колотченко. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2013. – С. 73–81.
2. Багатопараметрична Джонс-матрична мікроскопія плівок біологічних рідин людини у діагностиці та класифікації їхніх оптичних властивостей / [О. Г. Ушенко, В. О. Савич, Ю. О. Ушенко та ін.]. – Чернівці, 2015. – 189 с.
3. Заболотна Н. І. Система мюллер-джонс-матричної поляризаційної діагностики оптико-анізотропних середовищ [Електронний ресурс] / Н. І. Заболотна, К. О. Радченко // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. - Електрон. текст. дані. - 2016. - Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2016/paper/view/996>.
4. Заболотна Н.І. Архітектура і алгоритми функціонування та аналізу даних двовимірних систем лазерної поляриметрії біологічних тканин / Н.І. Заболотна // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2013. - №1( 25). – С.54-65.

**Заболотна Наталія Іванівна** – к.т.н., доцент кафедри лазерної і оптоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: [natalia.zabolotna@gmail.com](mailto:natalia.zabolotna@gmail.com);

**Радченко Костянтин Олегович** – аспірант кафедри лазерної і оптоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: [kostia.radchenko@gmail.com](mailto:kostia.radchenko@gmail.com);

**Карась Олександр Володимирович** – магістр кафедри лазерної і оптоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця