

# НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ПІДТРИМКА РІШЕНЬ В СИСТЕМАХ ДІАГНОСТУВАННЯ ПАТОЛОГІЙ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ ЗА ПОЛЯРИЗАЦІЙНИМ КАРТОГРАФУВАННЯМ ПЛАЗМИ КРОВІ

Вінницький національний технічний університет;

## *Анотація*

*Підібрана та протестована нейромережева архітектура для підтримки прийняття рішень при діагностуванні патологій молочних залоз за поляризаційним картографуванням плазми крові.*

**Ключові слова:** діагностика, патології, поляризаційне картографування, нейронна мережа, плазма крові.

## *Abstract*

*Selected and tested neural network architecture for decision support in diagnosing breast pathologies by polarization mapping of blood plasma.*

**Keywords:** diagnostics, pathology, polarization mapping, neural network, blood plasma.

## **Вступ**

Відомим фактом є зміна біохімічної структури плазми крові внаслідок виникнення відхилень від нормального фізіологічного стану людини. Такі зміни супроводжуються зміною концентрації амінокислот альбуміну і глобуліну у плазмі крові, що обумовлює відповідні зміни поляризаційних характеристик плівок плазми крові при патологічних захворюваннях людини, зокрема і при захворюваннях молочних залоз. В результаті проведеного об'єктивного аналізу координатних розподілів азимутів та еліптичностей поляризації лазерних зображень зразків плазми крові експериментально виявлено діапазони зміни значень їх статистичних моментів, кореляційної площі, дисперсії і кореляційного моменту при різних патологічних процесах молочної залози [1]. Подальша диференціація патологій МЗ на основі визначених інформативних параметрів, наведена в роботі [2], проводилась експертами при так званому «сліпому» дослідженні «перемішаних» зразків плазми крові. Певні перекриття діапазонів визначених характеристик розподілів мапи азимутів та мапи еліптичностей поляризації зображення плазми крові у різних груп пацієнтів (невизначеність) призводили до формувань хибно позитивних та хибно негативних суб'єктивних рішень експерта, що зменшувало достовірність діагностування стану МЗ.

Отже, потребують подальшого розвитку автоматизовані системи лазерної поляриметрії плівок плазми крові для діагностування онкологічних станів МЗ в плані підвищення діагностичної ефективності, зокрема, шляхом інтелектуалізації процесу підтримки прийняття рішень.

Метою роботи є підвищення достовірності системи поляризаційного картографування плівок плазми крові для діагностування патологій молочних залоз шляхом введення в її архітектуру блоку автоматичної підтримки прийняття рішень.

## **Результати дослідження**

Результати порівняльного дослідження за описаною методикою зразків плазми крові трьох груп пацієнтів з референтними діагнозами наведено в таблиці 1. Представлені в ній характеристики розподілів азимутів та еліптичностей лазерних зображень плівок плазми крові, що відповідають верифікованим діагнозам МЗ, можна подати у вигляді вектор-стовпця вхідних даних для модуля підтримки прийняття рішень. Враховуючи в окремих випадках наявність перекриття діапазонів визначених характеристик розподілів мапи азимутів та мапи еліптичностей поляризації зображення плазми крові у різних груп пацієнтів, доцільно використовувати нейромережу для програмного класифікування отриманих масивів параметрів.

Таблиця 1 – Середнє  $M_1$ , дисперсія  $M_2$ , асиметрія  $M_3$ , ексцес  $M_4$ , кореляційна площа  $S$ , кореляційний момент  $Q_4$  і дисперсія  $D$  розподілів  $\alpha$ ,  $\beta$  ( $m \times n$ ) лазерних зображень зразків плазми крові різних груп пацієнтів [7]

	Група А - норма		Група В – доброякісні зміни		Група С – рак МЗ	
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
$M_1$	$0,69 \pm 0,18$	$0,02 \pm 0,01$	$0,71 \pm 0,19$	$0,04 \pm 0,01$	$0,68 \pm 0,23$	$0,07 \pm 0,03$
$M_2$	$0,12 \pm 0,04$	$0,17 \pm 0,09$	$0,19 \pm 0,05$	$0,24 \pm 0,10$	$0,25 \pm 0,07$	$0,29 \pm 0,10$
$M_3$	$1,54 \pm 0,38$	$1,68 \pm 0,44$	$1,29 \pm 0,43$	$0,77 \pm 0,22$	$0,79 \pm 0,16$	$0,54 \pm 0,19$
$M_4$	$2,15 \pm 0,48$	$2,03 \pm 0,78$	$1,87 \pm 0,37$	$0,96 \pm 0,25$	$1,36 \pm 0,31$	$0,58 \pm 0,19$
$S$	$0,21 \pm 0,03$	$0,21 \pm 0,06$	$0,1 \pm 0,03$	$0,13 \pm 0,10$	$0,14 \pm 0,02$	$0,09 \pm 0,07$
$Q_4$	$0,21 \pm 0,04$	$0,53 \pm 0,17$	$0,34 \pm 0,05$	$3,12 \pm 0,62$	$1,23 \pm 0,27$	$5,21 \pm 0,87$
$D$	$0,12 \pm 0,02$	$0,19 \pm 0,08$	$0,25 \pm 0,03$	$0,27 \pm 0,09$	$0,43 \pm 0,06$	$0,41 \pm 0,16$

В навчену нейромережу адресуються статистичні розподіли азимутів та еліптичностей поляризації лазерних зображень плазми крові, отримані в ході вимірювань та аналізу. З отриманого в ході симуляції вектора даних визначається позиція максимального значення. Результатом є текстовий рядок із зазначенням групи пацієнтів, до якої належить зразок плівки плазми крові, який перевіряється за спеціальним алгоритмом, та при необхідності визначається коефіцієнт збіжності його параметрів з найближчим до нього зразком з цієї групи, вимірювання якого проводилося раніше та підтверджено його діагноз.

Даний метод прийняття рішення передбачає можливість відносно простого доповнення для розпізнавання будь-яких інших груп пацієнтів. Для цього потрібно лише доповнити навчальну і цільову вибірки, провести донавчання нейромережі та дописати відповідну умову в алгоритм прийняття рішення.

Методами MATLAB була проведено оцінювання достовірності отриманого рішення, результати якого наведені на рисунку 4. Практична перевірка була здійснена при вхідному вектор-стовпцю даних, в якому майже всі елементи входять одразу до 2 діапазонів значень, а саме одночасно до групи здорових пацієнтів та хворих на мастопатію, та який не включався в навчальну вибірку. При цьому було достовірно відомо, що вони належать пацієнту з групи хворих на мастопатію. За розробленим алгоритмом за вектором  $\vec{D}=[0.71,0.188,1.34,1.7,0.133,0.33,0.22,0.03,0.17,0.98,1.2,0.21,2.74,0.247]$  був отриманий такий результат: «мастопатія, коефіцієнт 0.849». Коефіцієнт який дорівнює 0.849 вказує на близькість параметрів даного пацієнта з найближчим до нього пацієнтом цієї групи, які були внесені в навчальну вибірку.

Також в програмну модулі підтримки прийняття рішення передбачений процес донавчання. В його процесі по кожній отриманій в ході вимірювань парі «параметри – підтверджений діагноз» буде відбуватися донавчання нейромережі, що буде збільшувати достовірність діагностування в подальшому.

За отриманими даними перевірки результатів роботи алгоритму отриманих з даних вимірювань конкретних зразків тканин, які було подано парами векторів «параметри – діагноз», з рисунку 1 було визначено параметри інформативності діагностування розглянутої системи: чутливість -  $279/300=93\%$ ; специфічність -  $579/600=96,5\%$ ; достовірність поставленого діагнозу (пропорція правильних результатів тесту серед всіх пар векторів «параметри – діагноз») –  $858/900=95,3\%$ .

У порівнянні із системою - аналогом [3] достовірність діагностування патологій МЗ запропонованою системою зросла в середньому на 3 – 4%.

Output Class	1	2	3	
1	100 33.3%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
2	0 0.0%	91 30.3%	12 4%	91% 12%
3	0 0.0%	9 3.0%	88 29.3%	99% 9.0%
	100% 0.0%	91% 9.0%	99% 12%	99% 7.0%
	1	2	3	Target Class

Рисунок 1 – Таблиця сплутаності відповідності результатів роботи розробленого алгоритму до апріорно відомих діагнозів, які не включалися в навчальну вибірку нейромережі, отримані в середовищі MATLAB

## Висновки

Дістала подальшого розвитку архітектура системи поляризаційного картографування плівок плазми крові для діагностування онкологічного стану молочних залоз, яка на відміну від відомих дозволила підвищити достовірність діагностування шляхом введення до її складу автоматизованого блоку підтримки прийняття на основі нейромережі типу перцептрон.

Подальше покращення чутливості та специфічності інтелектуалізованої системи поляризаційного картографування плівок плазми крові для діагностування патологій МЗ може бути здійснене шляхом оптимізації інформативних ознак вимірних мап азимутів та еліптичностей поляризаційних зображень при суттєвому збільшенні репрезентативної вибірки пацієнтів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мінцер О. П. Аналіз розподілів азимутів та еліптичностей поляризації лазерних зображень плазми крові для діагностики патологічних змін молочних залоз / О.П. Мінцер, Н.І. Заболотна, Б.П. Олійниченко // Фотобіологія та фотомедицина. – 2011. - №1. – С.118-123.
2. System of polarization phasometry of polycrystalline blood plasma networks in mammary gland pathology diagnostics / Natalia I. Zabolotna, Bogdan P. Oliinichenko, Kostiantyn O. Radchenko [et al.] // Proc. of SPIE. – 2015. - Vol. 9613, 961311.
3. Natalia I. Zabolotna, Bogdan P. Oliinychenko, Kostiantyn O. Radchenko, Anastasiia K. Krasnoshchoka, Olga K. Shcherba, "System of polarization phasometry of polycrystalline blood plasma networks in mammary gland pathology diagnostics", in Polarization Science and Remote Sensing VII, Daniel A. LeMaster; Joseph A. Shaw, Editors, Proceedings of SPIE Vol. 9613 (SPIE, Bellingham, WA 2015), 961311.

*Локотей Дмитро Юрійович* — студент групи О-136, факультет комп'ютерних систем управління та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ghjvfx@gmail.com;

Науковий керівник: *Заболотна Наталія Іванівна* – к.т.н., доцент, доцент кафедри лазерної та оптико-електронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна, e-mail: Natalia.zabolotna@gmail.com

*Dima Y. Lokotei* — Department of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : ghjvfx@gmail.com;

Supervisor: *Natalia I Zabolotna* — Ph.D., associate professor, assistant professor of laser and opto-electronic technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: Natalia.zabolotna@gmail.com