

СИСТЕМА ЛАЗЕРНОЇ ДЖОНС-ПОЛЯРИМЕТРІЇ БІОЛОГІЧНИХ ШАРІВ ПРИ ДІАГНОСТИЦІ КИШЕЧНИКА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено удосконалений метод та систему лазерної діагностики біологічних тканин на основі аналізу амплітуд та фаз комплексних елементів матриці Джонса біологічних зрізів. Архітектура системи доповнена класифікатором вектора ознак вимірюваних двовимірних розподілів амплітуд та фаз на основі нечіткої логіки. Показано підвищення діагностичної достовірності методу на прикладі діагностики патології кишечника.

Ключові слова: система лазерної поляриметрії, біологічний шар, матриця Джонса, класифікація.

Сучасні засоби медичної апаратної та лабораторної медичної діагностики потребують значного удосконалення з метою розширення їх функціональних можливостей та покращення точності діагностики. Потенційними можливостями на цьому шляху володіють методи лазерної поляриметрії біологічних шарів (БШ) [1]. Вони дозволяють підвищувати чутливість та точність вимірювання інформації, закладеної в поляризаційних полях лазерного випромінювання, перетворених біологічними шарами при їх взаємодії.

Одним із методів сучасної оптичної діагностики оптико-анізотропних біологічних тканин (БТ) є метод лазерної Джонс-поляриметрії БШ. Робота присвячена дослідженню діагностичних можливостей методу Джонс-поляриметрії БШ, реалізованому за допомогою відповідної оптико-електронної системи, у оцінюванні фізіологічного стану тканин кишечника.

Для досягнення поставленої мети застосовується метод вимірювання двовимірних розподілів уявної та дійсної складової елементів матриці Джонса оптично тонких БШ [2]. Отримуючи розподіли амплітуд та фаз елементів матриці Джонса БШ у вигляді зображень, до них застосовують статистичний та кореляційний аналіз [3]. Формуючи від аналізу Джонс-матричних зображень БШ числові ознаки, створюють вектор ознак, за яким здійснюють класифікацію за визначеними наперед класами «норми» та «патології» досліджуваних біологічних тканин. Виведено правила класифікації на нечіткій логіці [4].

В роботі наведено схему установки, в якій здійснюється реалізація метода на довжині хвилі опромінюючого лазера 632 нм. Застосовано камеру BW13 SCIENCELAB 1.3MPix для отримання напівтонових зображень роздільної здатності 1280x960 пікселів. Розроблено програмне забезпечення для реєстрації, оброблення та аналізу елементів матриці Джонса.

Здійснено експериментальне дослідження БШ тканин кишечника для діагностики станів «норма» - «сепсис» в зазначеній системі. За його результатами встановлено покращення показників достовірності діагностики за удосконаленим методом Джонс-поляриметрії у порівнянні з аналогами: на 2% та 4% при оцінюванні амплітуд дійсних елементів матриці Джонса та відповідно їх фазових кутів.

Отримані результати демонструють досягнення високого рівня достовірності діагностики за рахунок розширених можливостей системи, що вимірює фазові кути, а також при застосуванні нечіткої логіки для виведення вирішальних правил прийняття рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zabolotna N.I., Sholota V.V. Polarimetric system of mueller-matrix diagnostics of two-component biological structures with decision-making support. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2024. №1, с. 120–127.
2. Багатопараметрична Джонс-матрична мікроскопія плівок біологічних рідни людини у діагностиці та класифікації їхніх оптичних властивостей: монографія / за ред. О.Г. Ушенко. Чернівці., 2015. 189 с.

3. Zabolotna N.I., Pavlov, S.V., Karas, O.V., Sholota V.V. Processing and analysis of images in the multifunctional classification laser polarimetry system of biological objects. *Proc. SPIE*. 2018, Vol.10750. 107500N, doi: 10.1117/12.2320209.
4. Нечіткі моделі прийняття рішення при лазерній поляризаційно інваріантній діагностиці ішемії міокарда / Н.І. Заболотна, В.В. Шолота В.В., В.Ю. Масловський В.Ю. [та ін.]. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2023. №1. С. 97–105. DOI: 10.31649/1681-7893-2023-45-1-97-105.

Заболотна Наталія Іванівна — д.т.н, доцент, професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, natalia.zabolotna@vntu.edu.ua

Шолота Владислава Владиславівна – асистент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, vladislava.sholota@gmail.com

Zabolotna N.I., Sholota V.V.

LASER JONES POLARIMETER SYSTEM OF BIOLOGICAL LAYERS IN INTESTINAL DIAGNOSTICS

Abstract

An improved method and system for laser diagnostics of biological tissues based on the analysis of amplitudes and phases of complex elements of the Jones matrix of biological slices has been developed. The system architecture is supplemented with a feature vector classifier of measured two-dimensional distributions of amplitudes and phases based on fuzzy logic. An increase in the diagnostic reliability of the method is shown on the example of diagnosing intestinal pathology.

Keywords: laser polarimetry system, biological layer, Jones matrix, classification.

Zabolotna N.I. - Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: natalia.zabolotna@vntu.edu.ua

Sholota V.V. - Assistant Professor of the Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: vladislava.sholota@gmail.com