

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЛАЗЕРНОЇ ДІАГНОСТИКИ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ

Цибух А. В., Скрипка Л. С.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

В статті проведено аналіз сучасних методів та засобів лазерної діагностики та шляхи їх вдосконалення.

Постановка проблеми. З появою на світовому ринку нових лазерних технологій та методів їх впровадження, виникає необхідність вдосконалення старих і розробки нових засобів оптичного діагностування біологічних об'єктів, що використовуватимуться в сільському господарстві і медицині.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На ряду з терапевтичним та інвазивним використанням лазерів у сільському господарстві [1,2] та медицині [3] все більшої актуальності набуває прецизійна діагностика біологічних об'єктів та процесів.

Вимірювання пропускання, відбиття, розсіювання та флуоресценції становлять основу для проведення діагностики з використанням лазерного випромінювання (ЛВ) [4]. Складність біологічних об'єктів, значна різноманітність в характері їх взаємодії з когерентним випромінюванням значною мірою обумовлює збільшення методів діагностування, що були розвинуті на протязі останніх 40 років, з винаходом перших рубінових лазерів [5].



Рисунок 1 – Основні методи лазерної діагностики біологічних об'єктів і процесів

Відомо, що методи з використанням ЛВ успішно застосовуються для визначення розмірів, концентрації, а також форми оптично-неоднорідних розсіювачів у середовищі біологічних рідин, тканин і розвивається у таких напрямках: - лазерна поляризаційна нефелометрія, що базується на аналізі повної матриці розсіяння для вивчення макроструктури біологічних об'єктів; - голографія та інтерферометрія для отримання тривимірних зображень біооб'єктів; - лазерна поляриметрія, для поляризаційної селекції інформації про структурну будову біотканин або отримання зображень оптично-анізотропних самоподібних макронеоднорідностей біотканин [6,7]. В медицині набули розвитку фізичні методи дослідження біотканин з використанням методик кореляційної оптики, які дозволяють отримувати

об'єктивні дані динаміки посмертних змін досліджуваних тканин організму та більш точно визначати часовий проміжок, що пройшов із моменту настання смерті людини [8]. Так використання методу лазерної дифрактометрії дозволило визначити ранні прояви ендогенної інтоксикації хворих з деструктивним панкреатитом [9]. Поява токсинопродукції у штамів *C.diphtheriae* після впливу низько інтенсивного ЛВ є перспективним для покращення діагностики та лікуванні дифтерійної інфекції [10]. Крім того, певні продукти метаболізму можуть бути вирізненні за допомогою флуоресцентної лазерної діагностики не тільки кількісно але й за своєю функцією. Тобто можливо розпізнавати дефекти в мітохондріальному дихальному ланцюзі керуючись зміною флуоресцентного сигналу пов'язаного із зміною редоксального стану [11].

Впровадження лазерних технологій сприяло розробці нових методів стоматологічної діагностики. Наприклад, відзначимо наукову роботу німецьких вчених по розробці оптичного детектора для вияву у зубній емалі хворобливих бактерій ще до початку розвитку карієсу [5]. Конфокальна лазерна скануюча мікроскопія набула значення сполучної ланки між дерматоскопією та гістологією, що дозволяє отримувати горизонтальні розрізи *in vivo* крізь шари епідермісу з високим квазі-гістологічним розрізненням і добрим контрастом [12].

Ефекти когерентної доплерівської флоуметрії успішно використовуються при визначенні швидкості потоку крові в судинах ясен в залежності від різних факторів впливу, таких як жувальний тиск, холод чи тепло [13]. Методи лазерної спекл – інтерферометрії для вимірювання зміщень, деформацій, вібрацій, визначення форми та якості дифузних об'єктів використовуються для вирішення задач медичної діагностики стану організму по біоспеклам шкіри [14].

У більшості з вище перерахованих методах діагностики використовувався He - Ne лазер, як найбільш доступний інструмент досліджень у попередні 30 років. Однак, з стрімкий розвитком в області напівпровідникових технологій та створенням лазерних діодів, He - Ne – лазери втрачають, на нашу думку, свої позиції поступаючись компактністю, потужністю, надійністю, споживанням струму та, найважливіше, вартістю. В таблиці 1 приведені існуючі на, даний час, напівпровідникових лазерів, що могли би прийти на заміну старих, чи використані у нових методиках діагностування.

Висновки. Актуальність та соціальна значимість методів неінвазивної лазерної діагностики в сільському господарстві та медицині потребують розробки нових методик та діагностичних приладів, виконаних на сучасних джерелах ЛВ.

Таблиця 1 – Довжини хвиль лазерних діодів

Довжина хвилі, нм	Робочий матеріал	Область використання
375	InGaN	Накачка барвників
405	InGaN	Blu-ray диски, DVD
445	InGaN	Інформаційні проектори
473	InGaN	Лазерні указки
485	InGaN	Накачка барвників
510	InGaN	Лазерні проектори
515	InGaN	На стадії розробки
635	AlGaInP	Лазерні указки, LIDAR
640	AlGaInP	DPSS лазерні указки
657	AlGaInP	DVD
670	AlGaInP	Лазерні указки
760	AlGaInP	Сенсори газу, O ²
785	GaAlAs	компактні DVD
808	GaAlAs	Високоенергетичні лазери
848	GaAlAs	Лазерні миші
980	InGaAsP	Оптичні підсилювачі
1064	AlGaInP	Оптоволоконні комунікації
1310	InGaAsN	--/--
1480	InGaAsP	Оптичні підсилювачі
1512	InGaAsP	Сенсори газу, O ²
1550	InGaAsPNSb	Оптоволоконні комунікації
1625	InGaAsP	--/--
1654	InGaAsP	Сенсори газу, CH ₄
1877	GaSbAs	Сенсори газу, H ₂ O
2004	GaSbAs	Сенсори газу, CO ₂
2330	GaSbAs	Сенсори газу, CO
2680	GaSbAs	Сенсори газу, CO ₂

Список використаних джерел

- Лисиченко М. Л. Низькоенергетичні лазерні електротехнології в тваринництві: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. тех. наук: / М. Л. Лисиченко; Хар. нац. техн. Ун-т с.г. - Харків, 2006. – 40 с.: іл., табл. – бібліогр.: с. 3-20.
- Цибух А. В. Аналіз застосування лазерного випромінювання в сільському господарстві / А. В. Цибух // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип. 101. – С. 92-100.
- Прикладная лазерная медицина: [учебн. и справочн. пос. / под ред. Х. П. Берлиена, Г. Й. Мюллера] – М.: АО "Интерексперт", 1997. – С. 356.
- Тучин В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В. В. Тучин – Саратов: Издательство Саратов. ун-та, 1998. – 384 с.
- Fischer E. P. Laser, Eine deutsche Erfolgsgeschichte von Einstein bis heute / E. P. Fischer. - Hamburg: Siedler, 2010. – 304 S.
- Ушенко О. Г. Лазерна поляриметрија світлорозсіюючих об'єктів і середовищ: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. фіз.-мат. наук: 01.04.05. /

О.Г. Ушенко; Чернів. Нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. - Чернівці, 2001. - 44 с. : іл., табл. – бібліогр.: с. 5-18.

7. Тучин В. В. Исследование биотканей методом светорассеяния / В. В.Тучин; Успехи физ. наук. – 1997. – Т. 167. – С.517-539.

8. Ванчулак О. Я. Діагностика давності настання смерті методом лазерного поляриметричного моніторингу тканин людини: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фіз.-мат. наук. 14.01.25 "Судова медицина" / О. Я. Ванчулак Нац. ; мед. академія ім. П. Шупика – К., 2007. - 42 с.: іл., табл.- бібліогр.: с. 3-6.

9. Медведенко А. Ф., Верхулецкий И. Е., Луценко Ю. Г. Использование лазерной дифрактометрии в определении тяжести эндогенной интоксикации: матер. XXV Межд. научн.-практ. конф. ["Применение лазеров в медицине и биологии"], (Харків, 8-10 жовтня 2006 р.) /М-во освіти і науки України. — Харьков: НИИ ЛБ и ЛМ ХНУ им. В.Н. Каразина, 2006. – С. 39-40.

10. Ценева Г. Я., Грабина В. А., Краева Л. А., Ценева Г. Я. Перспективы использования НИЛИ в диагностике дефтерийной инфекции: матер. XXV Межд. научн.-практ. конф. ["Применение лазеров в медицине и биологии"], (Харків, 8-10 жовтня 2006 р.) /М-во освіти і науки України. — Харьков: НИИ ЛБ и ЛМ ХНУ им. В.Н. Каразина, 2006. – С. 86-87.

11. Schneckenburger H., Gschwend M. H. Laser in der Diagnostik am Beispiel der Fluoreszenz-Diagnostik und Laser Mikroskopie / H. Schneckenburger, M. H. Gschwend // Lasertechnologien und Lasermedizin. – Berlin: Landsberg : ecomed, 1966. – С. 93-96

12. Branzan A. L. Konfokale laser scannende Mikroskopie in der Diagnostik pigmentierter Hauttumoren / A. L. Branzan - Regensburg, 2006. – 95 S.

13. Baab D. A. Gingival blood flow measured with a laser Doppler flowmeter / Journal of periodical research // D. A. Baab, A. P.Oberg, G. A. Holloway Volume 21 Issue 1. 1986. – P. 73-85.

14. Шебалин А. Лазерная мед. диагностика состояния организма по биоспеклам кожи / А. Шебалин // Фотоника. – М.: Техносфера – 2008. – С.14-18.

Аннотация

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЛАЗЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ

Цыбух А. В., Скрипка Л. С.

В статье проведен анализ современных методов и способов лазерной диагностики и пути их усовершенствования.

Abstract

METHODS AND MEANS OF LASERDIAGNOSIS OF BIOLOGICAL OBJECTS AND PROCESSES

A. Tsybukh, L. Skripka

In article present an analysis of modern methods and means of laser-diagnosis.