

## МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОТКАНИН

Цибух А. В., Скрипка Л. С.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка**В статті проведено аналіз сучасних підходів і методів діагностики властивостей біологічних об'єктів, історичні етапи їх розвитку та перспектив застосування.*

**Постановка проблеми.** Як показує аналіз сучасних тенденцій розвитку найновіших методів оптичної діагностики, терапії і впливу в сільському господарстві та медицині, в переважній більшості випадків на перше місце виходять прецензійні, складні та наукоємні технології, які мінімізують інвазивне втручання, променеві, хімічні та інші фізіологічно та психологічно небажані методи впливу на біологічні об'єкти [1-6].

Детермінуючим фактором розробки і впровадження цих методів є максимально чітке знання оптичних властивостей об'єктів діагностики або впливу і особливостей поширення світла в них.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Всупереч високому рівню технічної досконалості сучасних комплексів діагностики і терапії, не рідко їх функціонування базується на методах, які були описані ще на початку 20 століття. Ці методи включають вимірювання тих або інших властивостей біотканин, наприклад, коефіцієнтів пропускання, поглинання або дифузного відбиття, з подальшим прямим або інверсним аналізом отриманих результатів досліджу. Так, світло використовувалось для вимірювання оптичних характеристик гемоглобіну в біотканинах [7], метаболічних процесів (1933 р.) [Millikan] і органів людини (1949 р.) [8] методами спектрофотометрії *in vitro*.

Корисним у розробці нових діагностичних комплексів є розробка і досвід використання спектрофотометрії, яка на фоні бурхливого розвитку досягнень в області фізики, волоконної оптики [5], оптоелектроніки і комп'ютерних технологій стала актуальним інструментом для проведення неінвазивної діагностики й моніторингу фізико-біологічних характеристик біотканин тварин і людей, починаючи від використання інтегруючих сфер на початку XX століття [9], до впровадження сучасних мобільних діагностичних комплексів [4].

Далі, з винайденням і стрімким впровадженням джерел когерентного монохроматичного оптичного випромінювання, а саме з винаходом перших рубінових лазерів [10], кількість методів зросла на порядок, що безсумнівно видно з досить широкого списку літератури, яка присвячена, як безпосередньо методам визначення оптичних характеристик біооб'єктів, так і результатам їх застосування, з наданням великої кількості оптичних параметрів тканин і хромофорів в них [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 70 років.

Відомі методи можна умовно поділити за місцем (умовами) проведення (*in vitro*, *in vivo*, *in situ*), а також по способу, яким визначаються оптичні властивості об'єкта (прямі або не прямі) [4, 11].

Вивчаючи вказані методи можна помітити чітку кореляцію між застосуванням прямих методів діагностики, в яких лежать ґрунтовні поняття і закони (наприклад закон Ламберта – Бургера - Бера) і місцем проведення цих досліджень – *in vitro*. Недоліком таких методів є складнощі пов'язані з екстраполяцією результатів досліджень у відсутності інформації про біохімічні процеси, які проходять в біологічній тканині [5], а також неможливість їх застосування в польових умовах *in situ* [2].

Непрямі методи насамперед обумовлюють вирішення зворотної задачі розсіювання в умовах *in vivo* або *in situ*. При цьому використовуються теоретична модель (наприклад дифузне наближення [12]) розповсюдження світла в середовищі з визначенням властивостей розсіювання, поглинання світла або авто-, флуоресценції середовища, що базується на вимірюванні спектрів дифузно-відбитого світла або світла, яке пройшло крізь середовище, з подальшим математичним розрахунком результатів вимірювання [4, 12]. Такі методи займають особливе місце серед сучасних оптичних методів вимірювання властивостей біооб'єктів завдяки можливості реєстрації інформації про квалітативний і кількісний склад хромофорів, їх просторовий розподіл, що дозволяє оцінювати фенотип, структуру біотканини, кількість і стан кров'яних судів, ін. [13].

Переваги методів діагностики біотканин *in vivo* та *in situ* проявили себе з перших спроб вимірювання спектрального складу зворотного дифузно розсіяного тканиною випромінювання і флуоресценції [14, 15] і, завдяки розвитку комп'ютерних і нано-технологій, увійшли в XXI сторіччя, як найпопулярніші та найпоширеніші способи дослідження біотканин. Безперечним доказом цього, є широке застосування цих методів в дерматології, які дають можливість вивчення біофізики шкіри, степні почервоніння еритеми та степені пігментації шкіри, моніторингу змін шкіри підчас лікування дерматологічних захворювань і т.д. [4, 12, 16, 17], а також надають перспективи застосування в селекції тваринництва і ветеринарії [13].

Неінвазивні методи спектроскопії переважно використовуються в дослідженнях найбільш зовнішньодоступних біотканин (наприклад шкіри), але й водночас найбільш складних біологічних структур людей і тварин [17, 18].

Окремі випадки стану шкіри (з – або без патології, з різним ступенем пігментації і вираженням ери-

теми) стали об'єктами багатьох теоретичних досліджень розповсюдження світла в біотканинах [16-17, 19-21]. В цих дослідженнях практично відсутні роботи, в яких враховуються ступінь пігментації волоссяного (шерстного) покриву шкіри, як фактору який би міг значно вплинути на результати діагностики або фототерапії [2].

**Висновки.** Виходячи з наявності ряду невирішених проблем застосування оптичного випромінювання, в методах діагностики біологічних об'єктів, можна стверджувати про необхідність розробки нових теоретичних та інструментальних підходів для удосконалення електротехнічних комплексів діагностування біологічних об'єктів.

### Список використаних джерел

1. 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.
2. 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.
3. Прикладная лазерная медицина: [учебн. и справочн. пос. / под ред. Х. П. Берлиена, Г. Й. Мюллера]. – М.: АО "Интерексперт", 1997. – С. 356.
4. Тучин В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В. В. Тучин. – Саратов: Издательство Саратов. ун-та, 1998. – 384 с.
5. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов / [перевод с англ. Н. П. Ивановской под. ред. С. В. Савилова]. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.
6. Лазерные технологии в сельском хозяйстве / Тематический сборник: [под. ред. А. Ю. Филатова]. – М.: Техносфера, 2008. – 272 с.
7. Chance B. Optical method // Ann. Rev. Biophys. Chem. 1991. V.20. P.1-28.
8. П'ина А.А. Transmittance of the near infrared rays by tissues of the human body / А. А. П'ина // Soviet biological J. 1949. Vol.35. - P. 338-348.
9. Ярославская А. Н. Спектроскопические исследования биотканей и суспензий клеток применительно к задачам лазерной диагностики и терапии: Дисс. канд. физ.-мат. наук. – Саратов: СГУ, 1999. - 142 с.
10. Fischer E. P. Laser, Eine deutsche Erfolgsgeschichte von Einstein bis heute / E. P. Fischer. - Hamburg: Siedler, 2010. – 304 s.
11. Рогаткин Д.А. Лазерная клиническая диагностика как одно из перспективных направлений биомедицинской радиоэлектроники // Биомед. Радиоэлектр., №3, 1998. - с. 34-41.
12. Пушкарева А. Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани: учебное пособие. СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 103 с.
13. Цибух А. В. Методи і засоби лазерної діагностики біологічних об'єктів і процесів / А. В. Цибух, Л. С. Скрипка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ, 2011. – Вип. 116. – С. 84-85.
14. Kramer K. Ein Verfahren zur fortlaufenden Messung des Sauerstoffgehaltes im strömenden Blute an uneröffneten Gefäßen / Biologie 96, 1935. – 61 p.
15. Wood R. W. Fluorescence diagnostics // J. Physiol. (Paris). - 1919. - 5 Serie IX.
16. Jacques S. L. Monte Carlo modeling of light transport in tissue / S. L. Jacques, L. Wang //Optical-thermal response of laser-irradiated tissue / Eds A.J. Welch, M.J.C. vanGemert. - New York: Plenum Press, 1995. - P. 73-100.
17. Andersen P. H., Bjerring P. Spectral reflectance of human skin in vivo // Photodermatol. Photoimmunol. Photomed. - 1990. - Vol. 7. - P. 5-12.
18. Антипова Л. В. Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных. / Л. В. Антипова, В. С. Слободяник, С. М. Сулейманов / – Изд-во "Колос", 2005. – 384 с.
19. Dawson J. B., Barker J. W., Ellis D. J. et al. A theoretical and experimental study of light absorption and scattering by in vivo skin // Phys. Med. Biol. - 1980.-Vol. 25.-P. 695-709.
20. Diffey B. L., Oliver R. J., Farr P. M. A portable instrument for quantifying erythema induced by ultraviolet radiation // Britisch. Journ. Dermatol., 1984, v.III, pp. 663-672.
21. Kopola H., Lahti A., Myllyla R.A., Hannuksela M. Two-channel fiber optic skin erythema meter // [H. Kopola, A. Lahti, R.A. Myllyla, M. Hannuksela] Opt. Eng. - 1993. - Vol.32. - 2. - P. 222-226.

### Аннотация

#### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОТКАНЕЙ

Цыбух А. В., Скрипка Л. С.

*В статье проведен анализ современных подходов и методов диагностики свойств биологических объектов, исторические этапы их развития и перспективы применения.*

### Abstract

#### METHODS OF DETERMINATION OF OPTICAL PROPERTIES OF BIOTISSUES

A. Tsybukh, L. Skripka

*In article present an analysis of modern approaches and methods of diagnostics of properties of biological objects, historical stages of their development and application prospects.*