

УДК 535-24:616-71:621.383:628.93

I.B. Мельник¹, О.Т. Кожухар²,

¹Луцький національний технічний університет

²Національний університет "Львівська політехніка"

НЕІНВАЗИВНІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ НА ОСНОВІ ПЕРСПЕКТИВНИХ ФОТОМЕДИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В даній роботі розглянуті перспективні технології щодо діагностики цілого ряду патологічних станів шкіряного покриву з використанням різних світлових систем. Показано, що ритм сучасного життя диктує необхідність впровадження в область фотомедицини неінвазивних методів експрес-діагностики шкірних захворювань.

Вступ. Фотомедицина, як діагностична спеціальність відносно молода, але завдяки швидкому розвитку перетворилась в один із найбільш наукоємно-популярних напрямків. Вона використовує інноваційні технології, засновані на передових досягненнях мікроелектроніки, оптики та комп'ютерної техніки.

Технічні засоби, які існують у сучасній діагностичній фотомедицині, використовують джерела некогерентного електромагнітного випромінювання [1,2]. Важливе місце в техніці біомедичних досліджень займають неінвазивні оптико-електронні системи вимірювання [3,4,5-14], які використовують принцип зондування оптичним випромінюванням (рис. 1).

Дані системи мають важливе значення для фізіологічних досліджень цілого ряду патологічних станів.

 <p>Комплекс DDFAO SPA [5]</p>	 <p>Електронно-спектральний БІОСПЕК [6]</p>
 <p>Біокеровані світлодіодні окуляри [7]</p>	 <p>Діагностика новоутворень шкіри [8]</p>
 <p>Біофотонний сканер Pharmanex [9]</p>	 <p>Аналізатор шкіри обличчя Nu Skin ProDerm [10]</p>
 <p>Спектральна фотодіагностика «СПЕКТО-Р» [11]</p>	 <p>Селективна імпульсна фотодіагностика [12]</p>
 <p>Спектрофотометричний неінвазивний оптичний тканевий оксиметр [13]</p>	 <p>Неінвазивний аналіз крові [14]</p>

Рис. 1. Неінвазивні оптико-електронні системи
діагностики

Основні переваги неінвазивних оптико-електронних систем:

- ✓ простота методики, що дозволяє отримати точні, достовірні дані та вирішити низку експертних питань;
- ✓ висока точність і відтворення результатів в загальноприйнятих для кожного показника і звичайних для медперсоналу одиницях;
- ✓ велика швидкість отримання інформації стану організму;
- ✓ відсутність забору крові, чи будь-яких інших біологічних матеріалів організму людини (не дивлячись на одноразовий інструментарій проколювання шкіри перестало бути безпечною процедурою в зв'язку з небезпекою інфікування ВІЛ).

Постановка проблеми. Не дивлячись на широке впровадження фотодіагностичних систем для автоматизованого контролю параметрів неоднорідних біологічних тканин, до цього часу не існує досконалої методології їх кількісного аналізу та єдиного універсального методу, який враховував би динаміку оптичного поширення, обумовленого виявленими особливостями внутрішнього променорозподілу при керованих змінах параметрів.

Також основною проблемою залишається процес взаємодії оптичного випромінювання з біологічною тканиною, що містить велику кількість неоднорідностей і обумовлює сильне розсіяння у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах довжин хвиль.

Мета роботи. Необхідність поліпшення лікування людей за рахунок прискорення діагностичного сеансу, скорочення термінів виявлення та ідентифікації патології стало поштовхом у розробці прогресивних, фотоінформаційних, неінвазивних оптико-електронних

систем нового покоління для експрес-діагностики патологій.

Зокрема, досить явний інтерес до методу діафаноскопії (транслюмінації) спостерігається при дослідженні шкірних хвороб, в стоматології, а також в диференціальній діагностиці кістозних (доброякісних) уражень і злоякісних пухлин.

Звідси випливає мета цієї роботи, що полягає в експериментальних дослідженнях впливу параметрів оптичного випромінювання на шкіру пацієнта, як найбільш застосованого біологічного об'єкта.

Матеріали і методи досліджень. Всі експериментально-клінічні дослідження проводились в клінічному діагностичному кабінеті шкірвендиспансеру міста Луцька з метою виявлення та ідентифікації шкірних хвороб при обстеженні поверхні шкіри хворого.

Для цілей даної роботи застосовувалася методика:

1) спостереження за зміною клітинної поведінки без нагрівання шкіри та різних ефектів на біохімічному, гістологічному та функціональному рівнях,

2) дослідження фотометричних, енергетичних, спектральних, просторових, оптичних характеристик, на основі яких визначаються показники стану біологічних тканин при захворюваннях,

3) обробка кольорових зображень біологічних шкірних та підшкірних тканин,

4) отримання тестових матриць завдяки розробленому експериментальному макету світлодіагностичного обстежуваного пристрою СДОП (рис. 2) [15].

Методика діафаноскопічного дослідження всіх пацієнтів полягала в зовнішньому поверхневому діагностуванні ділянок шкіри з підозрою на патологію з ручним підведенням оптико-електронного зону до

необхідної ділянки. При обстеженні з тілом пацієнта контактували по чергово сім світлодіодів оптико-електронного зонду з певними довжинами хвиль випромінювання.

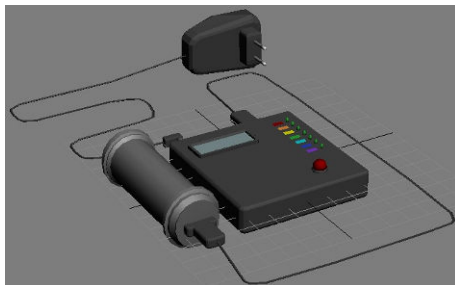


Рис. 2. Макет СДОП

Безпосередньо на процес сканування витрачалось не більше трьох хвилин. Всі пацієнти в даному дослідженні обстежувались тільки один раз для реєстрації самого факту наявності чи відсутності патології. Числові показники оцінювались за коефіцієнтом відбитого світлового потоку. Через програмно-керуючий блок, який включає в себе комутатор, аналогово-цифровий перетворювач, мікроконтролер, був підключений до порту USB, дані з якого передавались в комп'ютер (рис. 3).

Експериментально-клінічні результати та висновки. Результати даної роботи дозволяють стверджувати, що сучасні матричні оптико-електронні світлодіагностичні системи, можуть ефективно використовуватись для діагностики та моніторингу лікування широкого кола захворювань, який може бути значно розширеним в результаті проведення подальших науково-дослідних робіт. На наш погляд, проведення теоретично-експериментальних досліджень дозволить розробити фотодіагностичні методи діагностики практично для всіх захворювань органів, що знаходяться на порівняно невеликих відстанях від поверхні тіла та призводять до

просвічування біотканин, що вказує на зміну світлової інтенсивності відбитого від патологічної ділянки пацієнта випромінювання.

Можливості фотомедичних приладів для діагностики у випадку розроблення надійних діагностичних критеріїв будуть суттєво перевищувати відомі методи.

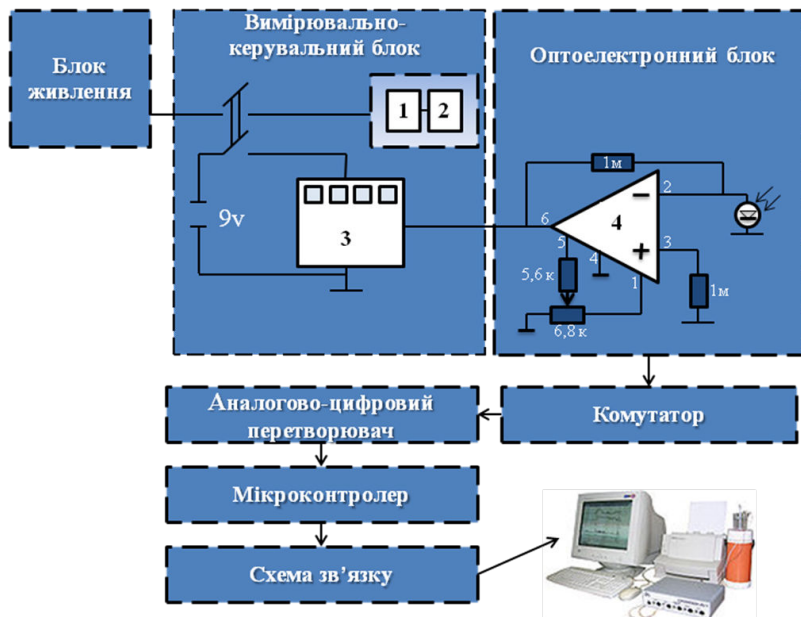


Рис. 3. Структурна схема світлодіагностичного пристрою: БЖ, ВКБ (1 – генератор імпульсів, 2 – лічильник-дешифратор, 3 – вольтметр), ОЕБ (4 – операційний підсилювач), К, АЦП, МК, СЗ, ПК

Необхідно також відмітити, що фотодіагностичні методи дозволяють отримати об'єктивну інформацію, яку можна виражати і в чисельних (кількісних) даних і передавати в будь-які інформаційні мережі, в тому числі телекомунікаційні системи.

Враховуючи також особливу неінвазивність методу, простоту і низьку вартість обстеження, широкі можливості оброблення інформації і передачі її в інформаційні мережі можна стверджувати, що ймовірність створення ефективної фотодіагностичної методики диспансерних обстежень достатньо велика. Широке впровадження такої методики повинно суттєво підвищити ефективність диспансеризації і профілактичних медичних оглядів.

Література:

1. Кожухар О.Т. Перспективи застосування некогерентних оптичних випромінювачів у низькоінтенсивних фотомедичних технологіях. // Вісник НУ "Львів. політехніка". Елементи теорії та прилади твердотілої електроніки. - № 512, - 2004. - С. 79-82.
2. О.Т. Кожухар, М.А. Костів, М.С. Івах, А.М. Зазуляк, І.В. Мельник. Підвищення ефективності фотомедичних технологій біоінформативною компонентою. Матеріали конференції з міжнародною участю «Медична та біологічна інформатика і кібернетика: віхи розвитку» (20-23 квітня 2011., м. Київ) – К.: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2011. – с 34.
3. Дмитрук В.В., Белік Н.В., Штельмах С.О. Оптико-електронні методи діагностування в біомедицині / Принципові концепції та структурування різних рівнів освіти з оптико-електронних інформаційно-енергетичних технологій / Біомедичні оптико-електронні системи та прилади, 2009. - С. 5-13.
4. Павлов С.В., Кожем'яко В.П., Петрук В.Г., Колісник П.Ф., Марков С.М. Біомедичні оптико-електронні системи і апарати. Ч.1. Неінвазивні методи діагностики серцево-судинної системи. – ВДТУ, Вінниця, 2003. – 142 с.
5. Оборудование DDFAO SPA - <http://www.ddfao.ru/>

6. Методи дослідження і апаратура для ФД і ФДТ захворювань шкіри. Апарат лазерної фото динамічної терапії ЛФТ-675-01-Біоспек. Закрите акціонерне товариство «БІОСПЕК» м. Москва.

7. Загускин С. Л., Гуров Ю. В. Комплекс программно-аппаратурных устройств хронодиагностики и биоуправляемой хронофизиотерапии / Альманах клинической медицины. Т. XVII. Часть 2. III Троицкая конференция «Медицинская физика и инновации в медицине». Под общей редакцией д-ра мед. наук, проф. В. И.Шумского. – М.: МОНИКИ. – 2008, ст. 54-57.

8. Діагностика новоутворень шкіри. Центр дерматології та косметології НОВОДЕРМ - <http://lvivmarket.net/diagnostyka-novoutvoren-shkiry-20284.html>

9. Біофотонний сканер - http://knowhowmed.lviv.ua/service_bioscanner.php.

10. Діагностика шкіри: сканер шкіри, аналізатор шкіри обличчя Nu Skin ProDerm - http://knowhowmed.lviv.ua/service_scannerskin.php.

11. Аппаратный комплекс для СФТ «СПЕКТО-Р» - <http://www.actualmed.ru/programm2-10/>

12. Селективна імпульсна фотодіагностика та фототерапія - <http://sankurort.ua/uk/4/22/26/>

13. Спектрофотометричний неінвазивний оптичний тканевий оксиметр «спектротест» - http://page-nii-r2.narod.ru/Cr_r_05.htm

14. Сучасні можливості неінвазивного аналізу крові - <http://sergienksveta.com/neinvazivnaya-diagnostika.html&usg>

15. Пат. 53154 Україна, МПК G01N21/85. Світлодіагностичний обстежуваний пристрій / Мельник І.В., Кожухар О.Т. - №201003763; Заявл. 01.04.2010; Опубл. 27.09.2010. Бюл. №18.