

СЕКЦІЯ 6
БІОМЕДИЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 616.1

**ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОДНЕВОГО ПОКАЗНИКА В
БІОЛОГІЧНИХ РІДИНАХ**

*Котовський В.Й., Довженко О.П., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Останнім часом важливими питаннями суспільства є оптимізація лікарської допомоги та підвищення якості медичного обслуговування. Для вирішення цих задач необхідні новітні прилади, які можуть забезпечити контроль важливих параметрів життєдіяльності організму людини в реальному часі.

Одним з найважливіших параметрів організму є рівень водневого показника (рН). Це пов'язано з тим, що для нормального функціонування живих організмів, в т.ч. людини, важливу роль в процесі життєдіяльності відіграє кислотно-лужна рівновага біологічних рідин. Вона відображає відносну сталість концентрації водневих іонів, що забезпечує повноцінність метаболічних процесів, які протікають в клітинах і тканинах.

Обмін речовин і енергії в тканинах потребує безперервного надходження кисню і виведення вуглекислоти, яка утворюється в результаті метаболічних перетворень речовин. Кисень в клітини і вуглекислота з клітин переносяться кров'ю, яка є найважливішим компонентом внутрішнього середовища організму. Крім вуглекислоти кров містить і інші кислі продукти, наприклад молочну, β -оксимасляну кислоту, а також основи. Реакція рідин організму залежить від співвідношення в них кислот і основ; станом кислотно-лужної рівноваги відповідає величина рН крові в діапазоні від 7,37 до 7,44; в еритроцитах рН становить $7,19 \pm 0,02$ і відрізняється від рН крові на 0,2 одиниці рН. Коливання рН крові пацієнта, що виходять за діапазони нормальних значень, свідчать про патологічні зміни обміну речовин або подиху і сигналізують про необхідність медичного втручання.

Виходячи з вищезазначеного, пристрій (рис. 1) для контролю рівня водневого показника, призначений для проведення тривалого моніторингу, повинен мати високу точність та стабільність вимірів. Це стосується як первинних сенсорів, так і електричних схем перетворення сигналів. Крім цього, пристрій повинен мати можливість фіксації показів вимірювання на протязі тривалого часу.

До складу пристрою входить схема вимірювання температури, що дозволяє корегувати дані рН. Електричні сигнали з первинних сенсорів поступають на відповідні схеми вимірювання, з них на цифро-аналоговий- аналогово-цифровий перетворювач (ЦАП-АЦП), далі до персонального комп'ютера для подальшої обробки.

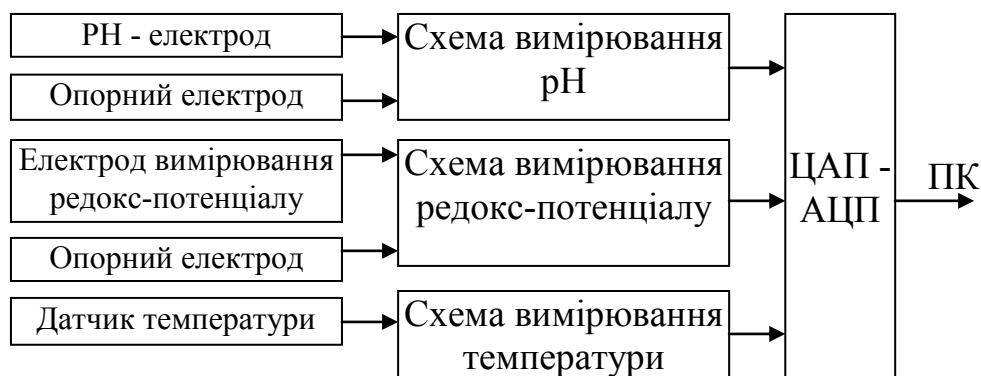


Рис.1. Функціональна схема пристрою

Первинні електрохімічні сенсори пристрою мають наступні характеристики:

- електричний опір електроду для вимірювання рН - 10...500 МОм;
- вихідна напруга електроду для вимірювання рН - 0...700 мВ;
- електричний опір опорного електроду - ≤ 20 кОм;
- потенціал опорного електроду при температурі 20° С - 201±3 мВ;
- температурний коефіцієнт потенціалу опорного електроду в інтервалі температур навколишнього середовища від 5 до 60° С - $\leq 0,25$ мВ/°С.
- вихідна напруга електроду для вимірювання редокс-потенціалу - 0...700 мВ.

Враховуючи те, що вихідні струми первинних сенсорів рН та редокс-потенціалу дуже малі, а вихідні опори великі, в схемах обробки цих сигналів були використані вхідні каскади з великими вхідними опорами, малими вхідними струмами і малими напругами зсуву між входами.

Ключові слова: водневий показник, редокс-потенціал, температура.

УДК: 681.784:535.317.7:621.373.826

OPTICAL CONFOCAL HIGH-COHERENCE TOMOGRAPHY

Molebny V. V., Institute of Biomedical Engineering, Kiev, Ukraine

Current optical coherence tomography (OCT) has its origin from the reflectometry whose forerunner was a coherent microwave radar. The fun is that the “coherence” in the term “OCT” means “low coherence”, while the microwave radar needs a high coherence, achieved due to special long-term stable quartz generators. Their stability is to be as high as to keep the phase of the generated signal as a reference for the reflected radiation coming back from a target.

We propose a new principle of the coherence tomography based on high-coherence laser radiation. Unlike the current OCT, requiring very low (the lower the better) coherence and a wide wavelength-band source of light such as an expensive superluminescent laser diode, the proposed principle is based on the high-coherence laser light that can be produced by a cheap conventional laser.

Similar to the confocal microscopy, the information is derived from the volume where the radiation is focused. But, instead of a wide single beam, two or even more thin laser beams are directed onto the object or into the medium under investigation. An example of implementation of this principle is given in Figure 1 with the eye as an object of investigation.

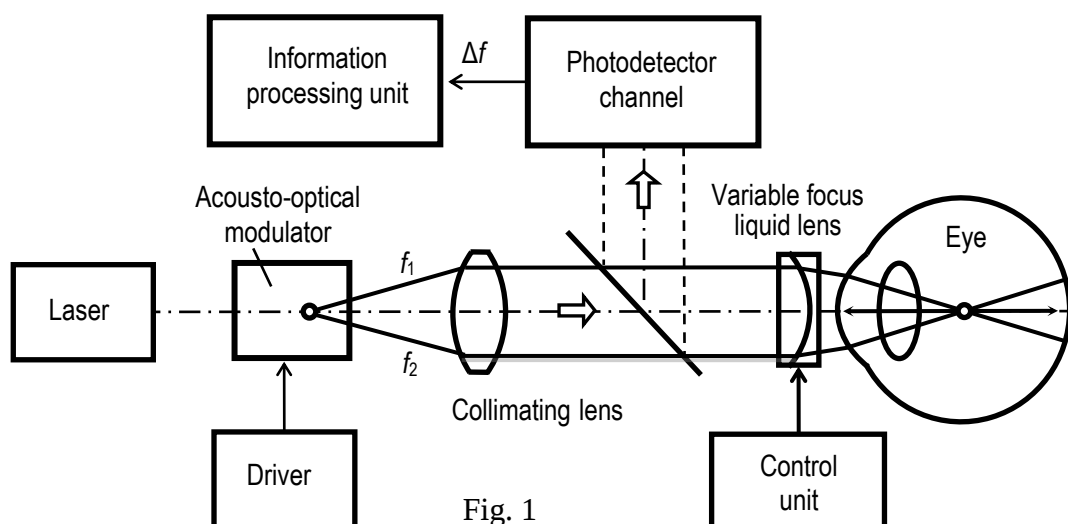


Fig. 1

Laser beam is split in two beams in the acousto-optic modulator in such a way, that the light frequency of one of the beams is shifted by a frequency difference Δf which usually has a value of several MHz. A collimating lens is installed at the exit of the acousto-optic modulator with its front focus coinciding with the equivalent center of deflection in the crystal, thus providing a pair of thin laser beams parallel to each other. These parallel beams are directed into the object. In the case of an eye, the beams are focused by the optics of the eye in a point inside the eye. To be more correct, they intersect in a zone of focus, creating a zone of interference with „running” maxima and minima strips, similar to the Doppler two- or three-beam anemometry.

The light reflected from this zone comes back and is intercepted by the photodetector channel. The further processing consists in the analysis of amplitude and phase of the filtered frequency difference Δf . To get the information on intraocular distances, the pair of beams is to be simultaneously tilted before they impact on the object of investigation. For this purpose, between the acousto-optic beam splitter and the object, an optical system can be installed varying the tilt of the beams. As an example, for fast scanning in z direction, it can be a liquid-based optical element like a lens or a wedge.

Scanning in x - y directions can be produced by any kind of angular scanner, it can be the same acousto-optics since spectral line is narrow, unlike the case with the current OCT instruments requiring high-cost wide wavelength-band superluminescent laser diodes. The proposed principle is compatible with ray tracing aberrometry and

can be used in the instruments for measurements and calculations of customized intraocular lenses.

Key words: optical coherence tomography, aberrometry, acousto-optical frequency shifting, customized intraocular lens.

УДК 621:551.583

РАЗРАБОТКА ИНДИКАТОРА НЕЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗЕМЛИ

¹⁾Адаменко А.А., ²⁾Клочко Т.Р., ¹⁾Международная академия биотехнологий,

²⁾Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
г. Киев, Украина

Неэлектромагнитное излучение Земли (НИЗ) было известно людям на протяжении всей истории человеческого общества, однако оставалось вне поля зрения академической науки. НИЗ регистрировалось с помощью биологической локации, основанной на уникальных способностях отдельных людей и предназначенной для обнаружения подземных объектов (полезные ископаемые, полости, водные потоки), а также отдельных участков земной поверхности, обладающих полезным и вредоносным воздействием на биотехнические объекты, в частности, на организм человека. Условно их можно определить как ритуальные и геопатогенные зоны.

Во второй половине XX века НИЗ было зарегистрировано с помощью приборных исследований, выполненных в лабораториях разных стран. Анализ проведенных исследований позволил нам выяснить происхождение НИЗ и раскрыть физическую сущность данного излучения, возникающего в объеме атомного ядра вследствие вибрации нуклонов и существующего независимо от известных видов ядерной радиации (альфа, бета, гамма).

НИЗ возникает в объеме расположенной в центре Земли высокотемпературной массы, проникает вдоль радиуса Земли с ослаблением, выходит на поверхность и стимулирует различные процессы на земной поверхности. Спектр НИЗ содержит различные диапазоны, отличающиеся стимулирующим и тормозящим воздействием на биологические процессы, в связи с чем, на земной поверхности и возникают активные зоны, которые оказывают непосредственное воздействие на биотехнические объекты [1, 2]. Интенсивность НИЗ пульсирует, период пульсации изменяется в пределах 3-8 дней, при этом происходит периодическое превалирование интенсивности в одном из двух указанных диапазонов. В активирующем полупериоде НИЗ осуществляет информационную подпитку живого организма, а в подавляющем полупериоде осуществляется воздействие, равноценное действию яда в малой дозе, мобилизующее иммунную систему [2].

В настоящее время известны кустарные разработки индикатора НИЗ, в качестве детекторов используются различные технические элементы: полупроводниковые материалы, ферриты, оптическое волокно. Поэтому в качестве дальнейших исследований планируется провести сравнительный анализ различных детекторов и выбрать схему индикатора с учетом технических и экономических показателей.

Индикатор НИЗ может быть предназначен также для применения в иных отраслях: здравоохранение и строительство (обнаружение геопатогенных зон), архитектура (обнаружение вторичного НИЗ, рассеянного архитектурными объектами), метеорология (предсказание землетрясений, ураганов и т.п.).

Ключевые слова: неэлектромагнитное излучение Земли, здравоохранение, биотехнические объекты, метеорология.

Литература

1. Адаменко А.А. Формирование экологического сознания // Сознание и физическая реальность. – 2007. - № 1. – С. 39-51.
2. Адаменко А.А. Скрытая взаимосвязь Земли с живой природой // Актуальные проблемы современной науки. – 2008. - № 2. – С. 284 - 295.

УДК 620.168.4

РАДІОЧАСТОТНИЙ АВТОДИННИЙ ДЕТЕКТОР ПОРОГОВИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ МІКОТОКСИНІВ

Яремик Р.Я., Ференсович Я.П.,

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Щорічно близько 25–30 % сільськогосподарської продукції в світі забруднюється мікотоксинами – вторинними метаболітами токсиногенних мікроскопічних грибів (плісневих мікроміцетів), які мають виражені токсичні властивості. За останні півстоліття вони визнані одними з найбільш шкідливих агентів для здоров'я людини і тварин. Відомо понад 200 видів плісневих мікроміцетів мікотоксини яких навіть в ультрамінімальних дозах викликають віддалені ефекти: тератогенний, мутагенний, ембріотоксичний, канцерогенний, імунодепресивний. Тому не випадково мікотоксини внесені до переліку сполук, що підлягають регламентуванню у харчових продуктах, кормах та сировині. Існуючі системи детектування мікотоксинів реалізують надто складні високовартісні методи лабораторного аналізу.

Пропонується новий спосіб експресного детектування токсинів різних типів, в якому не застосовуються екзотичні витратні реагенти та складне аналітичне обладнання. В основі методу лежить реєстрація та аналіз специфічних для кожного типу токсинів фізичних властивостей. З фізико-хімічної точки зору мікотоксини представляють собою низькомолекулярні кристалічні хімічно стабільні і термостійкі сполуки, з характеристичними температурами плавлення в діапазоні 100 – 250 °С. Зміна агрегатного стану

мікрокристалів (плавлення) характеризується кардинальними змінами термодинамічних та електрофізичних параметрів, зокрема аномальним стрибком діелектричних властивостей. Для реєстрації змін діелектричних параметрів в околі точки фазового переходу мікрокристалів токсинів розроблено конденсатор спеціальної конструкції, який використовується в якості ємнісної комірки. Досліджуваний зразок знаходиться між плоскими електродами конденсатора, а з допомогою термофена його температуру можна програмно змінювати в заданому діапазоні.

Вимірювальний контур, який включає котушку індуктивності та конденсатор спеціальної конструкції із досліджуваним зразком, включені в контур автодинного генератора. Автодинний перетворювач представляє собою високочутливий детектор зміни амплітуди і частоти автоколивань високочастотного контура за умов модуляції еквівалентної добротності контура. В процесі вимірювання в околі характеристичної температури плавлення мікрокристалів токсину аномальна зміна діелектричної проникності ϵ і тангенса кута діелектричних втрат $\text{tg}\delta$ ємнісної комірки, змінюють добротність вимірювального контура, що породжує синхронний відклик детектора пропорційний концентрації реєстрованого мікотоксину.

Ключові слова: мікотоксини, діелектричні параметри, детектор, автодин.

УДК: 621.6.021

ОЦІНКА ВІДМІННОСТЕЙ ПОКАЗНИКІВ ГАЗОВИХ ПРОБ ЗДОРОВИХ ТА ХВОРИХ ПАЦІЄНТІВ

*Зубчук В. І., Якимчук В. С., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Актуальною проблемою сьогодення є своєчасне визначення хвороби та попередження її розвитку в хронічну стадію. До розповсюджених захворювань відносяться хвороби серцево-судинної системи. Існуючі методи діагностики організму людини характеризуються сукупністю показників: вартістю, достовірністю, не/інвазивністю, тривалістю процедури та діапазоном застосування.

Було розроблено новий підхід до аналізу стану організму людини на засадах дослідження метаболітів у складі проб з легенів людини. Такий прилад діагностує газову пробу повітря, що видихається пацієнтом. В результаті аналізу проби, пацієнта можна віднести до групи хворих з відповідним діагнозом або до групи здорових. Прилад містить набір із 7 електрохімічних датчиків, показники яких реєструються за допомогою електронного блоку підсилення, перетворюються у цифрову форму і заносяться у базу даних для подальшої обробки. Проби видиху накопичуються у спеціальних контейнерах,

тому обстежувані безпосереднього контакту з приладом не мають.

Для дослідження функціонування серцево-судинної системи, були відібрані проби у 289 осіб, серед них 184 чоловіка та 105 жінок. Середній вік склав 44,9 роки та змінювався в діапазоні від 7 до 77 років. Досліджувані пацієнти розділені на дві групи «Здорові» (92 особи) та «Хворі» (197 осіб). Група «Хворі» ділиться на підгрупи: пацієнти з ішемічною хворобою серця (ІХС), стенозом мітрального клапану, стенозом аортального клапану та сукупністю інших діагнозів. В групі «Здорові» виділили досліджуваних, які курять та не курять. В групі «Хворі» немає жодного курця.

Уся зібрана вибірка перевірялась на відповідність розподілу емпіричних даних нормальному закону за декількома методами. Після проведеного статистичного аналізу даних вимірювань, можна констатувати:

- Показники хімічних датчиків в групах «Здорові» та «Хворі» статистично значимо відрізняються.

- Група «Здорові» значимо відрізняється від всіх груп діагнозів, окрім групи пацієнтів з ІХС для трьох датчиків з семи.

- Між групою пацієнтів з ІХС та всіма іншими діагнозами виявлені статистично значимі відмінності.

- Між чоловіками та жінками в групі «Здорові» відмінностей не виявлено, а в групі «Хворі» з'ясовані статистично значимі відмінності по трьох датчиках.

Ключові слова: діагностика, серцево-судинні захворювання, газова проба, хімічні датчики.

УДК 681.518.3: 535.243.2

МЕТОДИ І ЗАСОБИ АНАЛІЗУ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВИХ ПАТОЛОГІЙ БІОТКАНИН ЗА КОЛЬОРОМ

Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Кватернюк О.Є., Моканюк О.І., Дозорець Я.В., Сидорчук Ю.Ю., Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

Стан поверхневих патологій біотканин суттєво впливає на їх колір, а тому аналіз та класифікація поверхневих патологій біотканин за кольором особливо актуальні для судово-медичної діагностики. Вирішуючи зворотну оптичну задачу, можливо визначити біофізичні характеристики поверхневих патологій за кольором.

Для визначення та реєстрації кольору застосовують шкалу зразків кольорів, які порівнюють з кольором об'єкту дослідження. Реєстрацію даних про локалізацію, форму, розмір та колір об'єкта здійснюють за допомогою ПЗЗ-камери, а розпізнавання кольору та оцінювання стану об'єкта за допомогою комп'ютерної діагностичної програми. Бюро судово-медичної експертизи забезпечені цифровими фотоапаратами та потребують методики аналізу та класифікації поверхневих патологій біотканин. Запропонована у роботі

методика проходить апробацію на базі Вінницького обласного бюро судово-медичної експертизи.

На першому етапі дослідження фотографується синець і шкала зразків кольорів. Площина лінійки та основна частина площини синця повинні бути перпендикулярними до осі фотоапарата.

Освітлення бічне дифузне за допомогою дифузного відбивача та джерела світла зі спектром близьким до білого. З отриманого необробленого зображення у форматі вирізаються фрагменти, що відповідають синцеві та кольорам на лінійці. Пікселі на зображенні довкола синця замінюються на білий колір у системі RGB. Здійснюється корекція кольорів на зображенні та баланс білого. Для кожного пікселя зображення синця визначається евклідова відстань у просторі RGB до кольорів на лінійці $L_{i,j}$. Пікселі зображення з RGB координатами, що відповідають білому кольору пропускаються, що дозволяє відкинути пікселі довкола синця. Здійснюється класифікація кольору пікселя по кольоровій лінійці. Для кожного пікселя зображення синця визначається найближчий по лінійці колір, до якого відстань $L_{i,j}$ виявиться найменшою. Для кожного зображення синця підраховується кількість пікселів з певним кольором, та визначається їх відсоткове співвідношення. Площа синця визначається, як відношення кількості пікселів зображення синця до кількості пікселів зображення чорного квадрата з відомою площею на кольоровій лінійці. У результаті обробки зображення отримується гістограма кольорів за вибраною шкалою зразків кольорів, що дозволяє значно спростити та формалізувати процедуру аналізу стану поверхневих патологій біотканин у судово-медичній діагностиці.

Ключові слова: судово-медична діагностика, колір, зображення.

УДК 681.2:535.853

ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПЛИННОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ

*Скицюк В.І., Клочко Т.Р., Дастжерді А.Х.М., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Як довів аналіз можливих варіантів побудови ланцюгів зворотнього зв'язку в інтегрованих системах лікування та діагностики, основну проблему викликає функція реакції живого біологічного (біотехнічного) об'єкта на той чи інший зовнішній подразник. Звичайно існують і технічні проблеми, але вони в той чи інший спосіб можуть бути вирішені, в основному застосуванням споріднених пристроїв і методів реєстрації сигналів, обробки інформації тощо. У такому випадку йдеться про їх удосконалення з метою прив'язки до конкретних ситуацій та величин вимірювання.

Функція реакції живого біологічного (біотехнічного) об'єкта на зовнішній подразник є більш проблематична, оскільки для того, щоб її синтезувати, потрібно мати відповідну кількість статистичних даних клінічних досліджень. Окрім того, це повинно відбуватися на межі метрологічної точності. Так, наприклад, якщо ми, навіть за точних вимірювань, отримуємо ту чи іншу залежність від зовнішнього подразника, це ще не означає отримання абсолютно достеменного результату. Основною причиною тут є чинниково-наслідковий зв'язок, коли людина «умовно здорова», проте це поняття є досить суб'єктивним. У широкому сенсі абсолютно здоровою серед усіх біологічних об'єктів, зважаючи на стан навколишнього середовища, може бути лише примітивні організми, наприклад бактерія або вірус, які вирощуються в лабораторних умовах. Навіть вони, з умов оточуючого середовища починають піддаватись мутаціям та змінювати свій склад та свої польові структури (зони присутності). Таким чином, внаслідок досліджень ми отримуємо цілу низку параметрів, які у підсумку надають спотворений результат. У такому випадку єдиним виходом є моделювання абсолютної функції зворотнього зв'язку, а відхилення від неї оцінювати як патологію.

Використання досліджень впливу потужності електрофізичних властивостей електромагнітних полів об'єктів може бути здійснено приладом, який побудовано за принципом зворотнього зв'язку за електромагнітними полями. Сутність роботи цього приладу полягає у тому, що він налаштовує свій відчутник на координати розташування у просторі. Тобто йдеться про прив'язку до потужності магнітного поля у окремо визначеній координаті. Якщо керуємий генератор поля підключається до окремої ділянки біологічного (біотехнічного) об'єкта, то існує можливість дослідження магнітного поля цієї ділянки з метою визначення певних артефактів у площині перерізу біологічної маси.

Створений та експериментально апробований терапевтичний прилад «ПРОМІНЬ-АРІА» [1] здійснює метод одночасного лікувального впливу із застосуванням каналу спостереження за станом біологічного (біотехнічного) об'єкта, тобто із застосуванням зворотнього зв'язку з пацієнтом. При цьому головки лазерного випромінювання з довжиною хвилі 0,63 мкм, 0,53 мкм та режими частотної модуляції випромінювання можливо застосовувати залежно від захворювання, виходячи також з частотних характеристик коливань обраної біологічної структури.

Загальний принцип роботи приладу «ПРОМІНЬ-АРІА» полягає у тому, що випромінюючий елемент забезпечено спеціалізованим сигналом, який містить постійну і змінну складові для формування режимів випромінювання.

Ключові слова: лазерне випромінювання, біотехнічний об'єкт, зворотній зв'язок, прилад,

Література

1. Дастжерді А.Х.М., Клочко Т.Р., Скицюк В.І. Інтегрована система «ПРОМІНЬ-АРІА» фоторегенерації та фотостимуляції організму // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2012. – Вип. 43. – С. 162-168.

УДК 57.087

МАГНІТОКЕРОВАНА СИСТЕМА ДОСТАВКИ НАНОКОМПОЗИТУ

*Вислоух С.П., Дуплавий І.В., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Дослідження впливу та дії магнітного поля з нанокompозитом на біологічні об'єкти є важливою задачею для удосконалення методів лікування та створення нових діагностичних й терапевтичних системи.

Пропонується модель, яка описує конфігурацію магнітного поля в залежності від глибини проникнення медичного препарату, зв'язаного в біосумісній формі з феромагнетиком, і поверхневої форми досліджуваного об'єкта.

Модель необхідна для більш точної та надійної доставки нанокompозиту, а також визначення його знаходження в організмі людини. Визначення просторового розподілу дозволить максимально наближено розрахувати ефективну дозу нанокompозиту для подальшого введення в досліджуваний об'єкт. За вимірюваннями магнітної індукції та сприйнятливості можна кількісно оцінити концентрацію та локалізацію магнітних наночастинок в організмі людини.

На основі розробленої системи із заданими магнітними параметрами було побудовано відповідну модель, яка була розрахована методом кінцевих елементів і крайових задач в програмному пакеті ANSYS (Maxwell). На основі експериментальних вимірювань були виконані відповідні розрахунки для побудови максимально реалістичної моделі магнітного поля, яке використовується для доставки нанокompозиту.

Вимірювання конфігурації магнітного поля проводилося в трьох площинах - по x , y , z . З таблиць отриманих даних були побудовані графіки розподілу магнітного поля і емпіричні функції, які були зроблені за допомогою аналітичного методу найменших квадратів спадаючою регресією.

Модель дозволяє визначити відношення кількості введенного нанокompозиту до змін магнітної сприйнятливості досліджуваної області в часі.

Розроблена система доставки нанокompозиту забезпечує спрямований транспорт ліків до вогнища патологічного процесу, що в комплексі застосування подібних методів і технологій дозволяє: пролонгувати дію лікарських засобів, і як наслідок, знизити частоту прийому препарату; забезпечити необхідну біосумісність; подолати біологічні бар'єри; забезпечити контрольоване вивільнення лікарських засобів (зворотна відповідь, місцева або віддалена активація) та підтримати оптимальну терапевтичну концентрацію.

Таким чином, запропонована модель дозволить більш детально вивчити вплив магнітного поля з нанокompозитом на клітини та органи, що дасть змогу точніше та надійніше визначити їх кумулятивну протипухлинну дію та

локалізувати створюване ними магнітне поле на фоні діамагнітних властивостей організму людини.

Ключові слова: магнітне поле, наноккомпозит, біологічний об'єкт.

УДК 616.831-005-07+611.13/19

ВОЗМОЖНОСТИ СОНОЭЛАСТОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

*Францевич К.А., Главный военно - медицинский клинический ордена Красной Звезды центр
«Главный военный клинический госпиталь», г. Киев, Украина*

В последнее время активно разрабатывается новая УЗ-технология визуализации сдвиговых упругих характеристик биологических тканей – метод эластографии (ЭГ), позволяющий объективизировать и детализировать данные о плотности и эластичности ткани.

Материалы и методы исследования

Обследовано 276 пациентов (306 наблюдений) в возрасте от 18 до 75 лет (средний возраст составил $45,5 \pm 7,51$ лет) с патологией МЖ. В 89 (29%) наблюдениях были выявлены злокачественные заболевания МЖ, в 217 (71%) – доброкачественные заболевания.

Эластографическое изображение реализовалось при минимальной компрессии стандартным ультразвуковым датчиком исследуемой области в виде цветового картирования эластичности в выбранной зоне на обычном экране В-режима.

Для оценки эффективности соноэластографии были выделены качественные и количественные диагностические критерии.

Результаты исследования и обсуждение

Соноэластография, как и другие методы исследования МЖ, имеет ряд ограничений.

Во-первых, с помощью данной методики возможна оценка только тех очаговых изменений, которые имеют отображение при стандартном ультразвуковом исследовании. Скопление микрокальцинатов на площади до 1,5 см, локальную тяжистую перестройку структуры и большинство новообразований внутри протока молочной железы ультразвуковое исследование не выявляет, в связи с чем, УЗИ в сочетании с ЭГ нельзя применять в качестве скринингового метода.

Во-вторых, ЭГ неинформативна при диффузных изменениях в МЖ вследствие изменения архитектоники всей железы (инфильтративно-отечная форма РМЖ без узлового образования, диффузная форма мастита). В-третьих, было отмечено, что для получения корректной эластограммы имеют значение размеры образования. ЭГ более информативна при образованиях менее 2,0 см в диаметре. Также ограничением применения метода явились ранние

постлучевые изменения, приводящие к значительному увеличению плотности железа, что не позволяло применять лёгкую компрессию для получения адекватного эластографического изображения.

Выводы

Методика ультразвуковой эластографии (ЭГ) с комплексным использованием разработанных критериев качественной и количественной оценки эластичности ткани (характер распределения эластичности и значение коэффициента деформации (КД)) обеспечивает получение ценной дополнительной диагностической информации при узловых заболеваниях молочной железы и показана на заключительных этапах диагностического цикла в качестве дополнительного метода при сомнительных результатах маммографии и традиционного ультразвукового исследования.

Ключевые слова: соноэластография, рак молочной железы, эластограмма, коэффициент деформации.

УДК 616.-7-073.621.384.3

ПРИЛАД І ТЕХНОЛОГІЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕРМОГРАФІЇ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

¹⁾Коваленко М.М., ²⁾Дунаєвський В.І., ¹⁾Котовський В.Й., ¹⁾Назарчук С.С., ²⁾Соловійов Е.О.,
¹⁾Самарін І.М., ¹⁾Національний університет України "КПІ", ²⁾Інститут фізики
напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАНУ, м. Київ, Україна

Метою цієї роботи було розроблення діагностичних параметрів при дистанційній інфрачервоній термографії щитоподібної залози з використанням термографа нового покоління. Термографія, як діагностичний метод виявлення захворювань давно використовується у медичній практиці. Поява нових термографів розширює застосування термографічної діагностики.

В цій роботі дослідження проводились з використанням нового термографа розробки Інституту фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова, Інституту монокристалів НАНУ та фірми "Електрон-Оптронік" (Росія). Термограф складається з фотоприйомної камери (фоточутлива матриця з 74240 пікселів + германієвий об'єктив + електронний блок перетворення відеосигналу в цифровий сигнал), персонального комп'ютера, кольорового принтера. Діапазон спектральної чутливості 2-5,3 мкм.; температурна чутливість 0,07°C; діапазон вимірюємих температур - 22-45°C; охолодження матриці - рідкий азот (0,8 л на 6 годин безперервної роботи).

Методика термографії полягає в створенні необхідних умов для проведення термографічних досліджень, а саме: усунення будь-яких джерел, що впливають на неконтрольований нагрів, постійність температури (22,5±1,0)°C, забезпечення постійної зміни об'єму повітря робочого приміщення.

Нами проведено термографічне дослідження 13 пацієнтів із різними

захворюваннями щитоподібної залози. До цього в них на основі клінічних та УЗД був встановлений клінічний діагноз.

Відповідно до мети цієї роботи нами досліджувалась діагностична інформативність таких термографічних параметрів: градієнт температури, інтенсивність тіні, структура та контури зображення.

Аналіз одержаних результатів виявив, що градієнт температури був інформативним в 76,9% випадків, інтенсивність тіні - 69,2%, структура (однорідна або неоднорідна) - в 53,8%, а контури тіні - лише в 30,1%.

Крім цього, проведено аналіз термографічних ознак при дифузних та вогнищевих процесах в щитоподібній залозі. Так, при дифузних змінах градієнт температури мав діагностичне значення в 88,8%, інтенсивність тіні - 77,7%, структура зображення - 55,5%, а контури лише 33,3%. При вогнищевих захворюваннях щитоподібної залози основною термографічною ознакою був градієнт температури.

Оцінюючи ефективність діагностики захворювань щитоподібної залози методом дистанційної термографії необхідно зазначити, що вона не дає можливості встановити точний діагноз, але дозволяє виявляти перші ознаки змін в щитоподібній залозі, а також проводити скринінгові обстеження в медичній практиці.

Ключові слова: термографія, щитоподібна залоза, градієнт температури, критерії оцінки.

УДК 535.36; 615.831

БЕСКОНТАКТНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Лысенко С.А., Кугейко М.М., Лисенкова А.М.

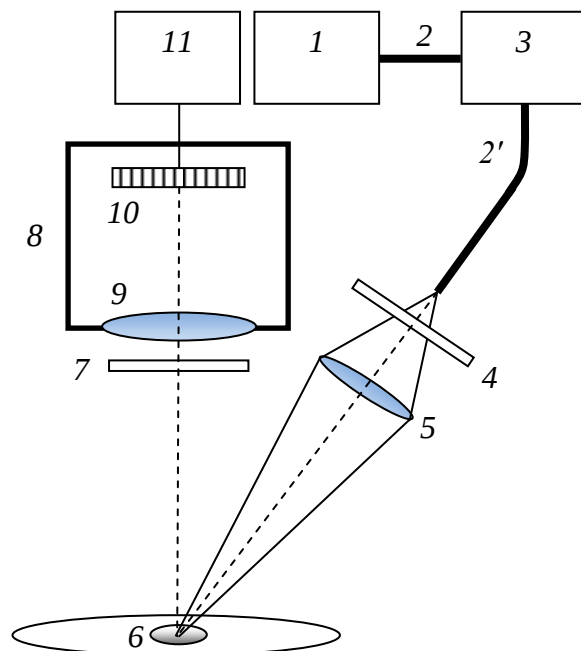
Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

В настоящее время наблюдается стремительное развитие оптических методов, применяемых в современной медицине для диагностики, терапии и хирургии различных заболеваний. При воздействии лазерного излучения на биоткань выбор параметров излучения (А.длины волны и мощности) и времени воздействия, как правило, осуществляется эмпирически, исходя из опыта и статистически накопленной информации. Знание же спектральной зависимости глубины проникновения света в биоткань $z_0(\lambda)$ является важным моментом при выборе оптимальных условий проведения терапевтической процедуры, хирургической операции или наблюдении слоев биоткани.

Разработан оптический метод и устройство для определения глубины проникновения света в кожу в условиях общей вариативности ее структурно-морфологических параметров, основанные на регистрации потоков отраженного от кожи излучения в $N_\lambda \geq 3$ узких или широких спектральных

участках и их спектральном анализе с использованием регрессионного подхода к решению обратных задач оптики светорассеивающих сред.

Структурная схема устройства приведена на рисунке.



1 – источник излучения, 2 и 2' – оптические волокна, 3 – монохроматор, 4 и 7 – ортогональные линейные поляризаторы, 5 – фокусирующая оптическая система, 6 – биоткань или калибровочный образец, 8 – ПЗС-камера, 9 – объектив, 10 – ПЗС-матрица, 11 – блок регистрации и обработки сигналов от биоткани и калибровочного образца.

Ключевые слова: оптический метод, излучение, измеритель.

УДК 615.84

ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНІ АПАРАТИ З КОНТРОЛЕМ ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ

Терещенко М.Ф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Науково-дослідний центр ТОВ „Азфар” м. Київ, Україна

Суттєву частину медичного приладобудуванню складають фізіотерапевтичні апарати. Успішний розвиток фізіотерапевтичної апаратури пов'язаний із стрімким розширенням номенклатури та видів таких апаратів, а особливо апаратів з контролем вихідних параметрів (ФТАК). Ознакою ефективного використання є поєднання сукупного чи одиночного контролю параметрів дії декількох сигналів чи полів різної фізичної природи.

Значна частина всього парку ФТАК використовує контроль параметрів дію механічних, акустичних коливань та вплив деяких їх компонентів і складових електромагнітного поля шляхом вимірювання значень температурних складових біологічної тканини під час фізіопроцедури. Серед цих ФТАК значна

їх доля магнітобіологічного та акустомеханічного напрямків.

Характерною ознакою цих напрямків являється використання контролю за процесом протікання процедури та її ефективності за рахунок фіксації зміни параметрів градієнтів температур.

Біологічні ефекти впливу сигналів та полів численні та різнопланові. В поєднанні з дією фізичного сигналу другої природи досягається значний фізіотерапевтичний ефект комбінованої дії. Так ефект магнітомеханічної орієнтації вектора намагніченості біологічних молекул, локальна зміна їх концентрації і динамічної структури проявляється при значних величинах магнітної індукції в одиниці Тесла. При одночасній дії механічних чи акустичних коливань цей ефект досягається уже при слабких значень магнітній індукції в одиниці мТл.

Вплив малоінтенсивних електромагнітних та магнітних полів на тканини живого організму проявляється не тільки тепловою дією, а і інформаційно-кумулятивному ефекту зв'язаного з нормалізацією нервової діяльності та покращенням загального стану пацієнта.

Основні лікувальні ефекти такої дії та контроль за процедурою, являється суттєвим напрямом підвищення ефективності терапії шляхом фіксації параметрів енергетичних станів систем організму.

Для ефективного використання таких ФТАК та розробки їх досконалих структур необхідна довершена біофізична модель контролю параметрів дії сигналів і полів та їх комплексний математичний опис, який враховував параметри дії кожного фізичного параметру через комплексний параметр K та їх системи

$$K_1 = F(f\langle I \rangle, T, f\langle B \rangle, \partial t, \ell, \Delta O), \quad K_n = F(f\langle I \rangle, T, f\langle B \rangle, \partial t, \ell, \Delta O)$$

Нами запропоновані нові принципи побудови таких ФТАК, математична модель, що враховує параметри дії механічних коливань ℓ , магнітної індукції $B(t)$, інтенсивності $I(t)$, часу дії t , температури T та її градієнту ΔT і форми сигналів $B(t)$, $I(t)$.

Ключові слова: фізіотерапевтичні апарати, контроль вихідних параметрів.

УДК: 616-71

ПОРТАТИВНИЙ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОГО ЯКІСНОГО ТА КІЛЬКІСНОГО КОНТРОЛЮ БІОМАРКЕРІВ ПАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Безручко О.В., Мисюра А.Г.

Інститут прикладних проблем фізики і біофізики НАН України, м. Київ

Патологічні процеси, що протікають в організмі, призводять до кількісної

зміни чи появи нових сполук у біосередовищах, що виділяються організмом у процесі обміну речовин. Видихуване повітря поправу можна вважати найбільшим контейнером ендogenous речовин, однак інструментальний аналіз якісного та кількісного вмісту його сполук, стримується умовами до чутливості та роздільної здатності засобів газового аналізу.

У роботі надаються результати розроблення і застосування робочого макета та моделювання конструкції приладу спектрометра іонної рухливості (CIP) з нерадіоактивним джерелом іонізації та покращеними аналітичними характеристиками.

Створений CIP відрізняється від приладів класичного виконання, які працюють на основі вимірювання часу прольоту іонів у електричному полі низької напруженості (до 1,5 кВ/см) тим, що у його конструкції відсутня дрейфова область (див. рис.1). Розділення ж іонів за критерієм їх рухливості відбувається не у повздовжньому електричному полі між відштовхувальним електродом та колектором іонів, а у поперечному полі іонного затвора, який працює у імпульсному режимі неповного пропускання.

Електростатичний затвор у створеному CIP являє собою модифікований затвор типу Бредбері-Нільсена, де металеві нитки замінені пластинами, працює він у режимі іонного фільтру.

Показано вплив на формування вихідного іонного струму геометричних та електричних параметрів дрейфової трубки, джерела іонізації, фізико-хімічних властивостей дрейфуючої газової суміші та інших факторів.

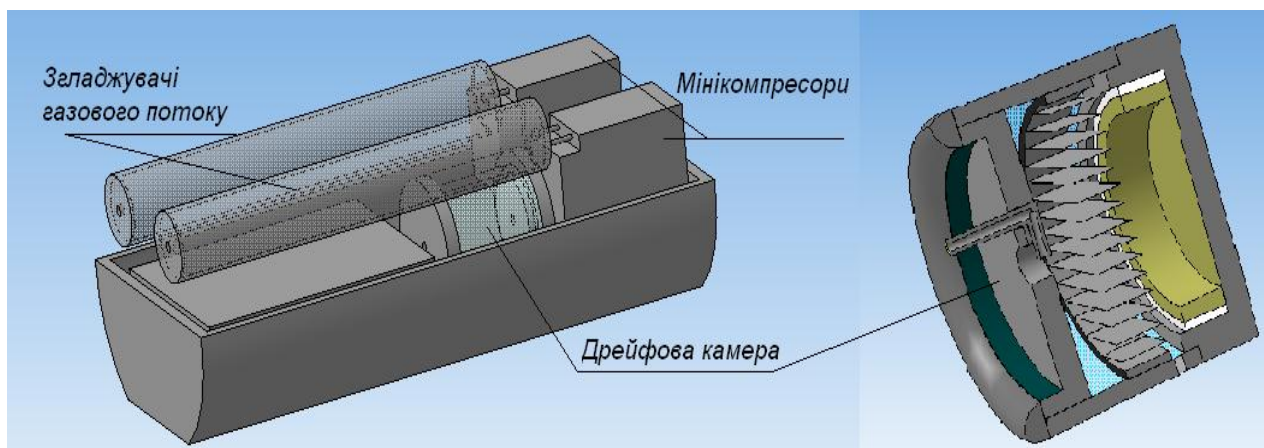


Рис. 1. Модель конструкції CIP та зріз дрейфової камери

Ключові слова: спектрометр іонної рухливості, леткі ендogenous метаболіти, молекули-біомаркери.

УДК 615.849.19

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОФОРЕЗА

¹⁾Рыжевич А.А., ¹⁾Солоневич С.В., ²⁾Железнякова Т.А.

¹⁾Институт физики НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь, ²⁾Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

При неинвазивном фотофорезе в обычных условиях температура наружной поверхности кожи и прилежащих к ней слоев биоткани примерно на 5-12 К ниже, чем температура тканей внутри организма. Из-за этого коэффициент диффузии препарата вблизи поверхности существенно ниже, чем внутри биоткани.

Нами предложены способ и устройство для увеличения эффективности фотофореза. Чтобы увеличить диффузионный поток лекарственного препарата в слоях ткани, прилежащих к ее поверхности, в месте введения препарата дополнительно осуществляется подогрев поверхности биоткани до температуры, большей, чем температура глубоких слоев биоткани, но не превышающей температурного порога болевой чувствительности биоткани. С этой целью в устройство для проведения фотофореза дополнительно включается модуль для подогрева поверхности биоткани. Дополнительное нагревание биоткани в месте проведения процедуры лазерофореза может быть произведено посредством теплообмена, облучения либо комбинации этих методов.

Наиболее простым по конструкции устройством для реализации предложенного способа является лазерный источник света, генерирующий излучение необходимой интенсивности с оптимальной для фотофореза длиной волны, дополненный модулем в виде теплообменника, термостатируемого в диапазоне 37-52 °С.

Из произведенных нами замеров следует, что средний температурный порог болевой чувствительности человека может превышать температуру внутри биоткани человека на 10 и более градусов Цельсия, достигая значений 48-52 °С на различных участках организма. Коэффициент диффузии при повышении температуры на 10 градусов (с 38 до 48 °С) возрастает в 1,26 раза даже без учета его роста за счет увеличения среднего расстояния между молекулами жидкости в биоткани и уменьшения среднего периода их колебаний около положений равновесия. Кроме того, при облучении биоткани лазерным излучением в процессе фотофореза увеличивается проницаемость клеточных мембран, благодаря чему происходит дополнительное увеличение потока препарата внутрь ткани.

Процедура фотофореза предполагает нанесение слоя медпрепарата на участок поверхности биоткани с его последующим облучением. Нагрев наиболее распространенной вазелиновой основы лекарственных препаратов от 23 до 45 °С в месте проведения процедуры за счет уменьшения коэффициента

ослаблення излучения увеличивает интенсивность излучения с длиной волны 652 нм, доходящего до биоткани, примерно на 13, 29 и 55% при толщине слоя медпрепарата 0,05, 0,10 и 0,20 мм соответственно.

Ключевые слова: лекарственный препарат, фотофорез, диффузия, дополнительное нагревание.

УДК 537.632/.636

ОЦІНКА ТЕПЛОВОЇ ДІЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА БІОЛОГІЧНУ ТКАНИНУ

*Рудик В.Ю., Терещенко М.Ф., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Новітній етап розвитку медичного приладобудування характеризується впровадженням в лікувально – профілактичні заклади апаратів фізіотерапії, серед яких особливе місце займають апарати магнітотерапії. При створенні магнітотерапевтичної апаратури (МТА) необхідно забезпечувати універсальність по функціональним можливостям, високу технологічність, надійність, оптимальну конфігурацію індукторів МТА, біотехнологічний зворотний зв'язок для ефективного лікування та профілактики різноманітних захворювань.

Сучасними тенденціями розвитку магнітотерапії є вивчення біофізичних основ та механізмів фізіологічної та лікувальної дії магнітного поля (МП), застосування в лікувальній практиці нових методів та способів магнітотерапії. Вони стимулюють інтенсивну розробку та проектування МТА з розширеними можливостями індивідуального та диференційованого використання МП заданої форми з різними біотропними параметрами.

Основні задачі магнітотерапії полягають в синхронізації лікувальної дії МП з фізичними полями, забезпеченні дозування впливу фізичних факторів при лікуванні хворих, контролі роботи МТА, виборі параметра оцінки ефективності впливу МП на біологічну тканину (БТ), розробці математичних моделей впливу та дії МП на БТ, створенні програмного забезпечення МТА.

На основі проведеного аналізу параметрів оцінки стану пацієнтів під час проведення процедури магнітотерапії в якості інтегральних показників оцінки лікувальної дії МП на БТ обрано параметри температури (T^0C , ΔT) та питому поглинаючу потужність P МП.

При впливі МП на поверхневі шари епідермісу відбувається перетворення енергії МП в тепло, що веде до прогрівання БТ за рахунок поглинання теплової енергії Q під час сеансу магнітотерапії. В роботі розроблена математична модель теплового механізму дії МП на БТ.

Для вирішення задачі підвищення ефективності роботи МТА нами проведено теоретичне та експериментальне дослідження зміни температури ΔT БТ при впливі МП. Результати експерименту показали, що зміна температури

БТ збільшується по експоненціальній залежності зі збільшенням значення магнітної індукції B та часу Δt лікувальної процедури.

Запропонований температурний метод контролю стану БТ при роботі МТА забезпечує ефективне дозування впливу МП на БТ [1]. Порівняння теоретичних та експериментальних досліджень теплового поля показує високу збіжність результатів.

Ключові слова: магнітотерапевтична апаратура, температурний контроль.

Література

1. Патент України № 74810. Спосіб впливу на організм магнітним полем / Терещенко М.Ф., Рудик В.Ю., Тимчик Г.С. і інш. // Опубл. Бюл.21, 12.11.2012 р.

УДК 617.75-535

АБЕРАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ІНТРАОКУЛЯРНИХ ЛІНЗ ТА ВПЛИВ ЇХ ДЕЦЕНТРАЦІЇ НА ЯКІСТЬ ЗОБРАЖЕНЬ В МАКУЛЯРНІЙ ЗОНІ СІТКІВКИ

*Чиж І. Г., Шиша Т.О., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Інтраокулярні лінзи (ІОЛ), що імплантуються в око при лікуванні катаракти, представлені на ринку в широкому асортименті від більш ніж десятка закордонних та вітчизняних виробників. Ці лінзи відрізняються конструкцією, оптичним матеріалом, з якого їх виготовляють, рефракційними та абераційними властивостями тощо. З комерційних мотивів кожен виробник представляє свою продукцію як найкращу. Проте абераційні властивості ІОЛ у супроводжувальній медико-технічній документації не відображаються. Звідси виникає потреба дослідження впливу інтраокулярних лінз на кінцеву якість зображень на сітківці залежно від їх конструкції та оптичного матеріалу.

При імплантації інтраокулярні лінзи далеко не завжди отримують центроване положення відносно рогівки, що обумовлено не тільки якістю проведеної операції, але й природним розташуванням капсульного мішка в оці людини. Децентрація викликає зсув візуальної осі і додаткові абераційні вади. Тому дослідження впливу децентрації ІОЛ різних виробників на якість зображення в макулярній зоні сітківки також залишається актуальною задачею.

Нами проведені експериментальні дослідження ІОЛ вироблених у США, Німеччині, Росії, Україні, а саме: моделей SN60AT, SN60WF компанії Alcon Laboratories, моделей BL ADAPT-АО компанії Bausch&Lomb, моделей 1stQ, моделей Tecnis ZCB, моделей MIOL-2, моделей Optics SL-907.

Дослідження абераційних властивостей означених моделей ІОЛ здійснювалися методом фізичної аберометрії. Для цього використовувалася спеціально створена фізична модель ока з оптичною системою адекватною до оптичної системи ока людини. ІОЛ розміщувалися у рідині, що імітувала оптичні середовища ока. Аберометрія здійснювалася за допомогою

офтальмологічного aberометра рейтресингового типу компанії Trasey Technologie, США. Aberометрія моделі ока проводилася без ІОЛ та з ІОЛ. Різниця показань модального спектру вказувала на аберацийний внесок ІОЛ. Конструкцією моделі ока забезпечувалася потрібна децентрація ІОЛ, при якій проводилася додаткова aberометрія моделі з виявленням змін у спектрі аберацийних мод, викликаних децентрацією ІОЛ. Достовірність отриманих результатів досліджень перевірялася за допомогою статистичного аналізу оцінок порівнюваних спектрів з використанням критерію Стюдента.

Ключові слова: хвильова аберация інтраокулярних лінз, децентрація інтраокулярних лінз.

УДК 615.471:616-07

СПОСІБ КЕРУВАННЯ МАГНІТОЛАЗЕРНОЮ ТЕРАПІЄЮ

*Осадчий О.В., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Проведені дослідження показали, що основною проблемою магнітолазерної терапії (МЛТ) є нерозуміння, яким чином можна перенести результати досліджень *in vitro* на організм людини. Проведене вивчення приватних механізмів біологічної дії МЛТ, вирваних з контексту загальних регулюючих чинників ставить більше питань, ніж відповідей. Відсутність єдиної теорії механізмів дії МЛТ на біооб'єкти, яка об'єднує всі відомі ефекти, не дозволяє здійснювати прогноз відносно найбільш значимих параметрів регулювання фізіологічних параметрів живих систем за допомогою МЛТ.

Для досягнення поставленої мети необхідно розробити спосіб керування магнітолазерною терапевтичною дією в процесі проведення фізіотерапевтичної процедури МЛТ, за допомогою якого можна понизити або повністю виключити негативні явища, пов'язані з МЛТ.

В основу способу покладене дослідження фотоплетизмограми до проведення процедури и під час проведення процедури.

В результаті аналізу фотоплетизмографічного сигналу встановлено, що при видобуванні з нього інформативних ознак доцільно використовувати структурні методи аналізу як в часовій, так і в частотній областях.

Для аналізу фотоплетизмосигнала в часовій області вибрано кодування фотоплетизмограми п'ятьма точками. На основі такого кодування введений інформативний параметр S , який визначається площею під кривою фотоплетизмограми, площа кардіоцикла:

$$S = \sum_{i=1}^N \left(a_i - \left(\frac{B5_a - B1_a}{B5_t - 1} \cdot i + B5_a - B5_t \cdot \frac{B1_a - B5_a}{1 - B5_t} \right) \right),$$

де a_i - величина i -го відліку фотоплетизмограми, N - число відліків в аналізованій фотоплетизмограмі в інтервалі $[B_1, B_5]$.

На основі статистичних досліджень фотоплетизмосигналів і їх спектрів вибрана апертура спостереження фотоплетизмосигналів і частота їх дискретизації.

Розроблено спосіб контролю адаптаційного статусу людини під час магнітолазерного терапевтичного впливу в процесі проведення фізіотерапевтичної процедури, що дозволяє здійснити підбір індивідуальних доз терапевтичного магнітолазерного випромінювання, що відрізняється формуванням керуючих команд на основі якісного і хвильового аналізу фотоплетизмограми.

Ключові слова: магнітолазерна терапія, фотоплетизмограма.

УДК 53.088.2: 681.533.34

АНАЛІЗ ПОХИБОК ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСКУТАННОГО СЕНСОРА КИСНЮ

Воронов С.О., Івченко П.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

В медичній практиці використовуються сенсори для визначення парціального тиску кисню (pO_2) в підшкірних тканинах. Транскуптанний сенсор кисню (ТСК) має високі метрологічні характеристики, але існують недоліки при вимірюванні кисню в біологічних об'єктах (БО). Спостерігається недостатня стабільність роботи ТСК в режимі моніторингу та збільшення похибки вимірювання при аналізі БО.

Похибки вимірювання pO_2 в підшкірних тканинах можна розділити на дві складові:

- відносна похибка вимірювання pO_2 самого ТСК, зумовлена матеріалом складових сенсора, складом електроліту, конструктивними особливостями;
- відносна похибка вимірювання pO_2 , зумовлена процесами, які протікають безпосередньо в шкірі пацієнта, в основному співвідношенням швидкостей доставки кисню до сенсора та споживанням кисню тканинами.

До першої складової відносяться: матеріал сенсора, склад електроліту та конструкція. Проведені дослідження, які показали доцільним використовувати суцільний срібний анод, що зменшує кількість клеєвих швів, підвищує надійність та довговічність роботи ТСК, зменшує відносну похибку вимірювання pO_2 та покращує стабільність роботи сенсора. Існує залежність метрологічних характеристик від висоти камери електроліту сенсора. Найкращі характеристики мають сенсори з найменшою висотою. Це пов'язано з тим, що в процесі роботи сенсора в електроліті встановлюється динамічна рівновага. Чим більший об'єм електроліту, тим кількість розчиненого кисню буде більша та

більше часу потрібно для встановлення нової рівноваги при зменшенні вмісту кисню в БО.

Конструкція ТСК залежить від катоду та аноду. Збільшення співвідношення катодної та анодної площ призводить до зменшення відносної похибки вимірювань pO_2 . Анод має практично постійний потенціал при протіканні струму, який генерується в широкому діапазоні концентрацій кисню. За рахунок високої теплопровідності срібного корпусу підвищується швидкість та покращується однорідність розігріву шкіри, що зменшує похибки вимірювання pO_2 .

Враховуючи другу складову було визначено оптимальний діаметр катоду 300 мкм, при якому власне споживання кисню сенсором не впливає на похибку вимірювання pO_2 в крові пацієнта. Вимірювана величина з певною похибкою відповідає pO_2 артеріальної крові.

Ключові слова: парціальний тиск кисню, транскутанний сенсор кисню, шкіра, відносна похибка, електроліт, анод, катод.

УДК 615.849

КОМБІНОВАНИЙ АВТОМАТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ КРОВІ

*Сорока С.О., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Існує багато публікацій з приводу позитивної дії, а також багато думок про механізми впливу на організм людини лазерного випромінювання низької інтенсивності в терапевтичних цілях. На практиці лікарями отримано велику кількість позитивних результатів застосування опромінення крові, але не існує об'єктивної методики визначання оптимальної дози опромінювання з урахуванням індивідуальних характеристик організму пацієнта. Саме це спонукало до розробки пристрою за допомогою якого, окрім лікування, стало можливим в автоматичному режимі визначати необхідну ефективну дозу лазерного опромінення.

В основі побудови пристрою лежать результати численних експериментальних досліджень лазерного опромінювання крові, які були отримані в клінічній практиці. Після проведення процедури спостерігались зміни характеристик опроміненої крові, а саме збільшення насичення киснем, зміна швидкості кровотоку, зміна спектральних характеристик.

Особливістю пристрою є те, що за його допомогою можливе опромінення крові в спектральному діапазоні 0,63 мкм і 0,53 мкм [1, 2] потужністю, яка змінюється в залежності від сигналу який поступає з діагностичного модуля котрий аналізує зміну стану крові пацієнта. Діагностичний модуль в режимі

реального часу дозволяє фіксувати зміни насичення кисню, спектральних характеристик та швидкості руху крові.

В роботі діагностичного модуля використовуються принципи пульсоксиметрії, спектроскопії та ефект Доплера. Інформація з чутливих елементів пристрою потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач і оцифрована обробляється комп'ютером.

Для обробки інформації використовуються віртуальні прилади розроблені на базі платформи LabVIEW, які дають змогу аналізувати отримані результати вимірювань і будувати аналітичні моделі процесів в крові, котрі відбуваються в результаті дії низькоінтенсивного лазерного опромінювання.

Запропонована методика і пристрій може використовуватись для виконання і контролю процесу внутрішньовенного лазерного опромінення крові (ВЛОК) в умовах амбулаторії або стаціонару. Він дає змогу індивідуально для кожного пацієнта підбирати ефективну дозу опромінення і керувати процесом лікування.

Ключові слова: кров, низькоінтенсивне лазерне опромінювання, ВЛОК внутрішньовенне лазерне опромінення крові.

Література

1. Дастжерді А.Х.М. Метод комплексного лазерофорезу при лікуванні рубцевих утворень та відкритих ран / А.Х.М. Дастжерді., Т.Р. Ключко, С.М. Ткаченко // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2007. – Вип. 34. – С. 148-154.
2. Дастжерді А.Х.М. Лікування телят, хворих на диспепсію та бронхопневмонію, з використанням фізіотерапевтичного приладу «ПРОМІНЬ-12» / А.Х.М. Дастжерді, Т.Р.Ключко, В.І. Скицюк, С.І. Голопура // Фотобіологія та фотомедицина. - 2011. - № 2. – С.43-46.

УДК 621.391.2

ОЦІНКА ІНДИВІДУАЛЬНИХ КОГНІТИВНИХ ЗДІБНОСТЕЙ ОБСТЕЖУВАНОГО НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ МОЗКУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ

*Ігнатенко А.І., Зубчук В.І., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Мета – дослідження та оцінка індивідуальних когнітивних здібностей обстежуваних на основі аналізу біоелектричної активності мозку за допомогою методу електроенцефалографії.

Матеріали і методи. Для дослідження та оцінки когнітивних здібностей обстежуваних була використана панель «Cognitiv Suite» нейрокомп'ютерного інтерфейсу ВТІ (brain–computer interface). ВТІ - це пристрій, який дозволяє передавати команди і вводити інформацію в комп'ютер «силою думки». На екрані монітору відображається куб і 14 основних дій з ним. Досягненню

високої точності переміщення куба «силої думки» передусе процес навчання, який потребує концентрації уваги і швидкості реагування. В основу навчання закладений принцип запам'ятовування біоелектричної активності мозку та пов'язаної з нею команди зміни положення кубу.

Результати та їх обговорення. В панелі «Cognitiv Suite» були проведені експерименти. На екрані монітору відображається куб і 14 основних дій з ним (вгору-вниз-вправо-вліво-вперед-назад, 6 видів обертання навколо осі, поява-зникнення). Рівень тренування змінюється від найпростішого – 1 сигнал - до найскладнішого – 4 сигнали одночасно. У тренуванні взяло участь 5 бажаючих. За 2 тижні тренування 2 обстежуваних могли робити одночасно 3 сигнали з 14 довільних на вибір, 2 обстежуваних могли робити 2 сигнали з 14, 1 обстежуваний – 1 сигнал. Результати експерименту показали відмінності в когнітивних здібностях обстежуваних та високий рівень залежності результатів тренування від емоційного стану обстежуваного в момент тренування.

Висновки. Експеримент показав відмінності в швидкості тренування в залежності від індивідуальних когнітивних здібностей обстежуваних. Для отримання більш достовірних результатів в майбутніх експериментах необхідно збільшити кількість обстежуваних.

Ключові слова: електроенцефалографія, біоелектрична активність, мозок, когнітивні здібності.

УДК 535.243

ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ РОЗСІЯНОГО БІОЛОГІЧНИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ ВИПРОМІНЮВАННЯ

*Безугла Н.В., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Кожне біологічне середовище (БС) з оптичної точки зору можна представити певним набором характеристичних оптичних параметрів, які залежать від структури та будови БС, а також визначають його стан.

У даній роботі проаналізовані основні методи та засоби, що використовуються при дослідженні оптичних характеристик біологічних середовищ у розсіяному світлі. Просторовий аналіз розсіяного випромінювання особливо актуальний при дослідженні БС зі складною неоднорідною структурою. Характерні відмінності у просторовому розподілі розсіяного випромінювання в межах повного тілесного кута добре помітні на індикатрисі розсіяння. У біомедичній оптиці прийнято використовувати припущення про вісе-симетричний вигляд фазової функції розсіювання, що досить вдало застосовується в багатьох чисельних методах вирішення рівняння теорії переносу випромінювання. Проте, значна кількість сучасних досліджень

доводить суттєві відмінності такого модельного підходу при аналізі апріорі неізотропних БС з несферичними розсіювальними центрами.

З огляду на вищезазначене, автором запропоновані нові схемо-технічні рішення оптико-електронних систем для просторового аналізу розсіяного БС випромінювання. Перше з них (створене у вигляді експериментальної установки гоніметричного типу) використовується для визначення оптимальної відстані фотометрування для різних БС в умовах *in vitro* та *in vivo*. Друге (знаходиться на стадії виготовлення макету установки) призначено для одночасної реєстрації розсіяного БС випромінювання в межах повного тілесного кута і побудови індикатриса розсіяння.

Конструкторська варіабельність основних параметрів запропонованих фотометричних систем, як то виду освітлення дослідного зразку (дифузне, направлене, падаюче під кутом, когерентне, монохроматичне і т.д.) та схеми розташування фотоприймачів (за правилом меридіанів, паралелей або за законом найменших площ), дозволить дослідити характер розсіяного випромінювання різних БС з різним ступенем анізотропії.

Ключові слова: біологічне середовище, відстань фотометрування, індикатриса розсіяння, біомедичні оптико-електронні системи.