

## СЕКЦІЯ 6 БІОМЕДИЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 546.212 + 616.717

### ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ВОДИ ПО ЇЇ ФІЗИКО-ХІМІЧНИМ ПАРАМЕТРАМ

<sup>1)</sup>Болдескул О.Є., <sup>2)</sup>Охай Ю.І., <sup>2)</sup>Чурилов В.В., <sup>1)</sup>Інститут води та екології, м. Київ, Україна; <sup>2)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Роль води в функціонуванні всього живого важко переоцінити. Багаторічні дослідження відомого американського медика Ф. Батманхеліджа доводять, що природа найбільш поширених захворювань людства (серцево-судинні, гіпертензія, онкологічні) криється в хронічній спразі організму і їх успішно можна виліковувати водою. Але виникає питання – якою? 88% поверхневих водоймищ України відносяться до 4-го класу якості і повертаючи водопровідний кран, навіть відкорковуючи пляшку бутильованої води, ми відчиняємо ворота хворобам. Відповідність води Держстандарту зовсім не гарантує існування цілющих властивостей, тому виникає потреба враховувати структурний чинник води як носія інформації.

Інструментальні методи дослідження на сьогоднішній день не дозволяють з'ясувати критерії структурно-біологічної активності води, але вчений світ погоджується з цілющою силою води взятої під час свята Водохрещі.

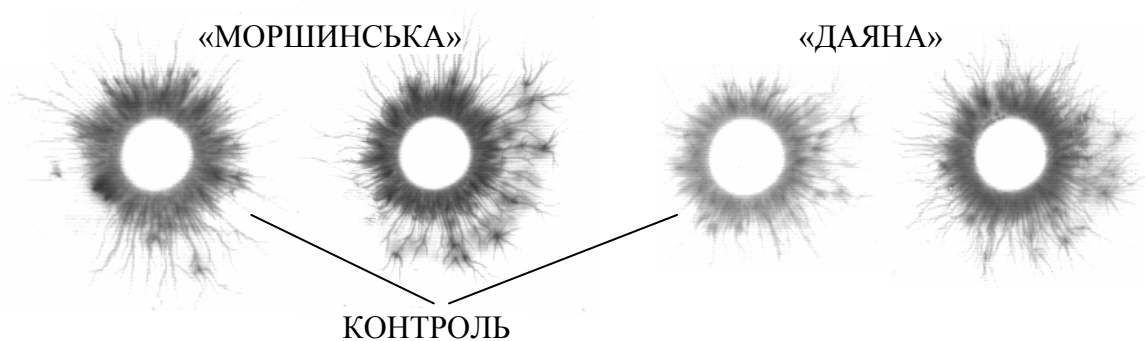
Нами були досліджені фізико-хімічні параметри води – водневого показника, редокс-потенціалу, електропровідності та безпосередньо структури, методом лазерної спектроскопії оптичного змішування, (розмір кластерів, кількість молекул в кластері). Результати вимірів деяких зразків води, взятих з відкритих природних джерел, наведені в таблиці:

| № | Торгівельна марка води           | Загальна кількість солі, г/літр | Водневий показник, рН | Редокс-потенціал Ен, mV | Електропровідність, мксм·см <sup>-1</sup> |
|---|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------------------|
| 1 | Даяна 17.01.08 - контрольна      | 0,005                           | 5,93                  | 215                     | 6,8                                       |
| 2 | Даяна 19.01.08 - Водохрещя       | 0,005                           | 6,46                  | 174                     | 7,0                                       |
| 3 | Моршинська 17.01.08 - контрольна | 0,01                            | 6,43                  | 270                     | 163,8                                     |
| 4 | Моршинська 19.01.08 - Водохрещя  | 0,01                            | 7,2                   | 210                     | 164,0                                     |

Результати вимірів зразків з інших джерел, (Голосієво, Феофанія, Пуща-Водиця) та бутильованої води, виявили схожу закономірність збільшення водневого показника і зменшення редокс-потенціалу при відсутності зміни електропровідності. Спостерігається тенденція наближення до фізіологічної норми біологічної клітини.

На противагу складному методу Масару Емото, для візуалізації структурно-інформаційних особливостей води ми пропонуємо використовувати Кірліанографію краплин води на сконструйованому нами приладі.

Кірліанограми досліджених зразків води представлені на рисунках.



Виразно видно зміну густини стримерів Кірліан-корони. З метою підтвердження достовірності методу Кірліан для визначення біологічної активності ми провели дослідження води, структурованої за допомогою коректора функціонального стану (КФС) Кольцова. В цьому приладі на магнітному носії записані образи кристалів Емоти та Хрещенської води. Такий підхід дозволяє одержати статистично достовірні результати. На даному етапі відмінності носять якісний характер і потребують застосування існуючих математичних методів кількісної оцінки чи розробки нових.

Ключові слова: структура води, реєстратор Кірліан-ефекту, візуалізація, коректор функціонального стану (КАФ) Кольцова.

УДК 615.849.19:577.1+579.8

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ СВІТЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЕРИТРОЦИТИ

<sup>1)</sup> Ключко Т.Р., <sup>1)</sup> Дастжерді А.Х.М., <sup>2)</sup> Коваленко Є.О., <sup>3)</sup> Карпова І.С., <sup>2)</sup> Гетьман К.І., <sup>2)</sup> Сащук О.В., <sup>2)</sup> Підгорський В.С., <sup>1)</sup> Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна; <sup>2)</sup> Інститут мікробіології і вірусології ім.Д.К.Заболотного НАН України, <sup>3)</sup> Інститут молекулярної біології та генетики НАН України, м. Київ, Україна

Існуючі наразі у сучасній медицині технічні засоби, які призначені для фізіотерапевтичного лікування впливом електромагнетного випромінювання у світловому діапазоні, використовують джерела або когерентного, або некогерентного випромінювання. Незважаючи на досить тривалий час застосування по-

дібних методів фізіотерапії (лазерної терапії та світлолікування) питання про відмінності або переваги застосування когерентного та некогерентного випромінювання досі залишається предметом суперечок науковців. Отже, дослідження біологічного ефекту від впливу випромінювання світлового діапазону з різними режимами мають велике значення для подальшого розвитку медичних фізіотерапевтичних засобів, удосконалення режимів їх роботи та лікувальної дії. Звідси впливає мета цієї роботи, що полягає в експериментальних дослідженнях впливу параметрів випромінювання на кров як найбільш застосованого біологічного об'єкта.

Для визначення впливу використано рослинні лектини. Реакція гемаглютинації (РГА) проведена з еритроцитами барана методом дворазових серійних розведень в полістирольних планшетах з U-подібними лунками (Titertek, США) при кімнатній температурі згідно методики [1]. Гемаглютинуючу активність (ГАА) визначали як останнє розведення, при якому ще виявлена РГА, і виражали як титр<sup>-1</sup> РГА.

Застосовано авторські інтегровані прилади з насадками оптичного модулю, які здійснюють метод впливу світловим когерентним та некогерентним випромінюванням. Прилади мають модулі частотної модуляції випромінювання для налагодження роботи на відповідний режим.

Отже, на підставі отриманих результатів доведено відмінності реакції еритроцитів крові барана на вплив електромагнетним випромінюванням при зміні їх параметрів та визначено досить значну відмінність при застосуванні когерентного та некогерентного випромінювання оптичного діапазону.

Ключові слова: когерентність, випромінювання, еритроцити, лектини, гемаглютинація.

#### **Література**

1. Sharon N., Lis H. Lektins. Second edition. Kluwer Academic Publishers, 2003.

УДК 615.849.19

### **МЕТОДИКА НЕИНВАЗИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В КРОВИ**

<sup>1)</sup>Яковенко И.А., <sup>1)</sup>Клочко Т.Р., <sup>2)</sup>Леус Е.А., <sup>1)</sup>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина; <sup>2)</sup>Украинская детская специализированная больница «ОХМАТДЕТ», г. Киев, Украина

Современные методы исследования биохимических показателей крови предполагают определение макроэлементов в результате забора крови с дальнейшим анализом. В свою очередь это вызывает определенное неудобство в случаях с постоянным мониторингом этих показателей, а также опасность инфицирования больного.

Важнейшими макроэлементами функциональной, гемодинамической сбалансированности и водно-электролитного обмена являются - К, Са, Mg, Na. Мак-

роз'єменти участвуют в обеспечении постоянства осмотического давления, кислотно-щелочного баланса, процессов всасывания, секреции, кроветворения, костеобразования, свертывания крови, мышечного сокращения, нервной проводимости, внутриклеточного дыхания.

Поэтому целью работы является изучение возможности создания неинвазивного метода и аппаратуры на его основе для исследования содержания указанных макроэлементов в крови. Возможно, решение этой проблемы состоит в определении взаимосвязи между показателями биохимического анализа крови и методах цифровой обработки кардиограмм, что, в свою очередь, предполагает щадящее отношение к пациенту и быстрое получение результатов.

В работе авторами был проведен анализ и систематизация информации в области диагностики влияния дефицита или избытка макроэлементов в крови на возникновение патологических процессов в организме.

Рассмотрены физиологические особенности состояния организма при разных показателях концентрации макроэлементов. Клинические данные различные и неспецифические. Так, на примере дефицита калия (ниже 3,5 моль/л) можно наблюдать слабость, летаргию, атонию гладкой мускулатуры (желудочно-кишечная атония), сердечные аритмии. Также было установлено изменение ЭКГ, что характеризуется депрессией Т-волн, депрессией сегмента ST, удлинением интервала QT, повышением активности пейсмекера. В ряде случаев зависимости между уровнем калия в крови наблюдается возникновение серьезных последствий, таких как нарушение ритма сердца.

По мере возрастания уровня калия в сыворотке постепенно меняется характер ЭКГ. Сначала появляются высокие заостренные зубцы E, затем развивается депрессия сегмента ST, вентрикулярная блокада I степени и расширение комплекса QRS. В условиях острого дисбаланса макроэлементов в организме возникает необходимость мониторингирования уровня данных веществ в течение суток.

В работе указаны методологические подходы к статистической обработке данных для вывода количественных показателей макроэлементов в крови.

Ключевые слова: макроэлементы, дефицит, избыток, ЭКГ, статистический анализ, неинвазивный метод.

УДК 617.55-089-78

## МОДЕЛЬНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ СТРУКТУРИ БІОТКАНИНИ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРІНГУ

*Денисов М.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Інформаційним сигналом в діагностичних та моніторингових незображуючих оптичних системах мінімально інвазивної клінічної медицини виступає оптичне випромінювання, трансформоване при проходженні через досліджувану біотканину. Спектральний склад, інтенсивність та просторовий розподіл транс-

формованого оптичного випромінювання несуть інформацію про стан та можливі зміни в морфології біотканини.

В залежності від біологічної структури та взаємного розташування її окремих ділянок по відношенню до приймальної оптичної системи біотканина може виступати в якості об'єкту дослідження, фону, завади або транспортуючого середовища.

Для цілей діагностики та моніторингу запропоновано модельне представлення біотканини (БТ), що досліджується, однорідним випадковим полем променистості «імпульсного» типу. Наведені математичні вирази статистичних характеристик однорідних випадкових полів променистості в залежності від фізичної природи трансформованого біотканиною оптичного випромінювання (відбите поверхнею БТ, розсіяне поверхнею та глибинними шарами БТ або вторинне випромінювання БТ).

Отримані математичні вирази можуть бути використані для математичного моделювання складної структури біотканини, яку можна розглядати як локально-однорідне випадкове поле променистості.

Ключові слова: біотканина; однорідне випадкове поле променистості; математичне моделювання.

УДК 617.55-089-78

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЛЬНО-ОДНОРІДНИХ ВИПАДКОВИХ ПОЛІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ БІОТКАНИН

*Денисов М.О., Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Переважаюча більшість полів випромінювання біологічних тканин для цілей діагностики та моніторингу може бути представлена у вигляді двовірних локально-однорідних випадкових полів «імпульсного» типу, які характеризуються накладанням випадкового числа областей постійної променистості на певному фоні. При цьому фізичні процеси формування променистості окремих елементів, що складають результуюче поле, можуть бути різними: за рахунок відбитого чи розсіяного біотканиною випромінювання зовнішніх джерел випромінювання або за рахунок власного чи вторинного випромінювання біотканин.

Для потреб математичного моделювання результуюче локально-однорідне випадкове поле променистості біотканин може бути представлене як комбінація складаючих його однорідних випадкових полів променистості, а саме: полів випромінювання, що перекриваються, та полів випромінювання, що дотикаються.

З урахуванням певних спрощуючих припущень наведені математичні вирази для визначення статистичних характеристик (математичне очікування,

взаємна кореляційна та нормована взаємна кореляційна функції) результуючих випадкових полів променистості.

В якості прикладу наведений тривимірний графік нормованої взаємної кореляційної функції для однорідних полів променистості біотканин, що дотикаються, при прямолінійній в полі зору оптичної системи границі їх розділення, а також похідні графіки ізоліній та еквідистант.

Наведені математичні вирази статистичних характеристик локально-однорідних випадкових полів променистості за рахунок варіації вхідними параметрами дають можливість математичного опису складних результуючих полів променистості біотканин, що характеризуються просторовою неоднорідністю, анізотропією та нестаціонарністю.

Ключові слова: локально-однорідне випадкове поле променистості; біотканина; статистичні характеристики; математичне моделювання.

УДК 615.847.8

## МАГНІТОФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНІ АПАРАТИ ЗМІННИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ

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

Для медичного приладобудування одним із важливих напрямків розвитку являється випуск та дослідження сучасних фізіотерапевтичних апаратів, а в їх числі великою групою магнітофізіотерапевтичних апаратів (МФТА). Більше половини фізіотерапевтичних процедур належить до електромагнітного та магнітобіологічного напрямку. Характерною ознакою цього напрямку є використання електромагнітного сигналу, а точніше параметрів електричного та магнітного полів. Магніточутливість є універсальною особливістю всього живого. Біологічні ефекти впливу магнітних полів численні і різнопланові. Так виражений ефект протизапальної дії зв'язаний з синтезом необхідного спектра поля, що стимулює загальний та місцевий імунітет, покращує мікроциркуляцію в зоні запалення, діє на проникливість судинної системи і дає оптимальний з точки зору терапевтичний ефект. Вплив малоінтенсивних магнітних полів на тканини живого організму проявляється не тільки тепловою дією, а і інформаційно-кумулятивним ефектом зв'язаним з нормалізацією сна та покращенням загального стану пацієнта в лікуванні люмбаго, невралгії тройничного нерва, безсоння та депресивних станів. Основні лікувальні ефекти дії магнітного поля, це перевід енергетичних систем організму на більш економний рівень функціонування; спазмолітичний; антипухлинний, седативний та противонабрячний.

В магнітотерапії використовуються різнопланові види магнітних полів: постійні, змінні, в тім числі імпульсні різних форм, низькочастотні з

перемінним, пульсуючим, вібраційним та бігучим магнітним полем індукцією від (0,1–100) мТл., та частотною модуляцією-серцевою 1,14-1,2 Гц, капілярною – 10 Гц, фізичної блокування кальцієвих каналів – 37,5 Гц та протитовольовою – 77 Гц, та хаотичного змінюючого спектра поля в діапазоні 1–20000 Гц з вираженим анагетичним ефектом для діапазона слабих полів.

Серед основних типів перспективних апаратів для магнітотерапії виділяються апарати імпульсного магнітного поля (ІМП) різних форм в діапазоні від 0,01 до 1,0 Тл з глибиною проникнення до 5 см, частотою одиночних імпульсів від 0,15–1000 Гц; низькочастотні поля частотою від 0,1–20000 Гц індукцією до 100 мТл глибиною дії до 6 см, що використовують дискретно-резонансні схеми побудови магнітних джерел з стабілізацією параметрів поля; магніторезонансна терапія частотою 25–150 Гц, індукцією 0,5–50 мТл; гідромагнітні апарати типу «МІТ-МТВС» індукцією до 200 мТл; апарати комбінованого впливу різних факторів типу «МІТ-МРС», «МІТ-11»; прилади магнітопунктури.

Одним із самих перспективних та ефективних напрямів розвитку МФТА являються розробка прилади з використанням ІМП різних форм і широкими динамічними 1–1000 мТл та частотними характеристиками 0,1–2500 Гц, з заданими спектральними параметрами.

Ключові слова: магнітоімпульсна терапія, апарати магнітотерапії.

УДК 535.4, 681.787, 616:579.61

### **СПЕКЛ-ІНТЕРФЕРОМЕТРИЧНИЙ ЦИФРОВИЙ МІКРОСКОПІЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВОЇ СТРУКТУРИ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

<sup>1)</sup>Попов А.Ю., <sup>1)</sup>Тюрин О.В., <sup>1)</sup>Ткаченко В.Г., <sup>2)</sup>Стопчанська А.Г., <sup>2)</sup>Попова Н.А., <sup>1)</sup>НДІ фізики Одеського національного університету імені І.І.Мечникова, м. Одеса, Україна; <sup>2)</sup>Український Науково-дослідний Протичумний Інститут ім. І.І.Мечникова, м. Одеса, Україна

Розроблено спекл-інтерферометричний цифровий мікроскопічний комплекс для дослідження фазової структури біологічних об'єктів (медичних препаратів), що дозволяє отримувати тривимірні зображення практично прозорих об'єктів та аналізувати їх фазову структуру, тобто варіації коефіцієнту заломлення. Це дає змогу чисельно визначити форму об'єктів (наприклад, клітинних елементів крові), діагностувати пошкодження мембран, наявність цитоплазматичних тяжів, виділень у навколишнє середовище та ін. Препарати не потребують спеціальної підготовки (фарбування, тощо), можливе дослідження об'єктів (культур клітин) у процесі життєдіяльності. Просторове розрізнення комплексу сягає 1 мкм у площині зображення та 0.1 мкм по товщині.

Робота комплексу базується на використанні методу фазомодульованої спекл-інтерферометрії (у англійській літературі ESPI - electronic speckle pattern

interferometry), що щільно прилягає до цифрової голографії. Оптична система комплексу є спекл-інтерферометром, подібним до інтерферометру Маха-Цандера, у якому опорна хвиля модулюється по фазі, а розподілення інтенсивностей у вихідному сумарному спекл-полі у площині зображення реєструється телекамерою з подальшою комп'ютерною обробкою. Перевагою такого методу вивчення біологічних тканин порівняно з використанням звичайних оптичних мікроскопів є те, що у багатьох випадках напівпрозорі клітки або їх елементи не дають достатньо високого контрасту порівняльно з фоном. Але вони можуть змінювати фазу об'єктної хвилі, коли їх показник заломлення відрізняється від навколишнього середовища, тому добре реєструються ESPI методом. Іншими перевагами є те, що даний метод не потребує спеціальної підготовки зразків (фарбування), він є неруйнівним і тому придатний навіть для вивчення процесів життєдіяльності живих клітин.

Спільно з Українським Науково-дослідним Протичумним Інститутом були проведені випробування даного комплексу на ряді тестових пофарбованих та непофарбованих зразків формуючих елементів крові та нормальної мікрофлори різних порожнин людини. Показано, що запропонована методика може бути особливо корисною, якщо її доповнити люмінесцентними дослідженнями препарату у тому ж полі зору мікроскопу, для чого було створено відповідну приставку до спекл-інтерферометричного комплексу.

Ключові слова: спекл, інтерферометрія, фаза, цифрова голографія.

УДК 615.847.8

## АПАРАТ ДЛЯ МАГНІТОТЕРАПІЇ АКВІМП-1

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

В світі інтенсивно розвивається апарати і методи магнітотерапії (МТ), в тім числі і магнітоімпульсної терапії (МІТ). Один із перспективних методів створення апаратів МІТ являється, запропонований нами, дискретний метод відтворення магнітного поля різних форм.

Принцип реалізації метода заключається в тому, що необхідну форму магнітного поля апроксимують за допомогою коротких відрізків (апроксіом) різної амплітуди. А так як, магнітна індукція пропорціональна значенню сили струму, що протікає в котушці, а його значення збільшується по експоненті, то і закон зміни значення магнітної індукції є експотенціальним. Таким чином з допомогою експоненціально-наростаючих частків створюється необхідна форма магнітного поля. Знаючи ці значення можна відтворити любую закономірність зміни магнітного поля.

Цей метод був реалізований в автоматизованому комплексі відтворення імпульсних магнітних полів різних форм (АКВІМП-1). Комплекс складається



із програмованого генератора, який створює заданий закон зміни магнітного поля (форму). Сигнал з генератора поступає в блок підсилення. З цього блоку сигнал надходить в блок формування магнітного поля. Він складається з кілець Гельмгольца, в яких нормується магнітне поле заданої форми. З даного блоку сигнал зворотнього зв'язку, поступає на вхід блока підсилення. Де на вхідному операційному підсилювачі і відпрацьовується сигнал необхідної форми. Так як вихідний каскад АКВІМП-1 складається з зразкових кілець Гельмгольца, то суттєвого спотворення заданої форми магнітного поля не відбувається в порівнянні з заданим сигналом програмованого генератора. Даний комплекс має можливість відтворювати магнітні поля індукцією до 100 мТл в частотній діпазоні до 1000 Гц. Комплекс пройшов метрологічну атестацію і відповідає зразковим мірам магнітної індукції. Він має можливість, при зміні вихідного блоку формування магнітного поля, використовуватись як низькочастотний магнітотерапевтичний апарат змінних та імпульс-них магнітних полів різних форм. При цьому випромінюється неспотворена задана форма магнітної індукції в динамічному діпазоні 0,01-60 мТл та частотою до 250 Гц. Запропонована та модернізована технологія отримання магнітного поля дискретним методом дозволяє створювати практично любую задану форму поля і лягла в основу розробленого автоматизованого комплексу відтворення імпульсних магнітних полів різних форм АКВІМП-1.

Сучасний розвиток медичної техніки визвав необхідність створення нормованих значень різних форм змінних магнітних сигналів в широкому частотному і динамічному діпазонах. Створення таких сигналів необхідно і для метрологічної перевірки магнітотерапевтичних приладів та розробки зразкових генераторів магнітної індукції для атестації магнітотерапевтичних медичних приладів і для робочих засобів вимірювання магнітної індукції.

Ключові слова: змінні магнітні поля різних форм, магнітотерапія.

УДК 617.7-071; 612.16.161

## **ОБ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ДАННЫМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОКСИМЕТРИИ**

*Зубчук В.И., Настенко Е.А., Носовец Е.К., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Одной из важнейших функций крови является транспорт кислорода. Поглощенный в легких кислород переносится кровью к органам и тканям, а углекислый газ транспортируется в обратном направлении. Основная роль в переносе дыхательных газов принадлежит гемоглобину, содержащемуся в эритроцитах крови.

Клинический мониторинг газов крови включает контроль физиологических параметров, отражающих содержание кислорода и углекислого газа в крови. В качестве регистрируемых диагностических показателей используются величини-

ны напряжения кислорода и углекислого газа в крови, а также степень насыщения гемоглобина крови кислородом в артериальной или смешанной венозной крови. Важной характеристикой оксигенации крови, широко используемой в системах клинического мониторинга, является величина степени насыщения гемоглобина крови кислородом –  $\text{SaO}_2$  (сатурация крови кислородом).

Разработка аппаратных методов контроля транспорта кислорода на основе новых методов количественной оценки динамических свойств периферического кровообращения является актуальной задачей.

Целью работы является разработка новых критериев количественной оценки транспортной функции кровообращения для создания новых программно-аппаратных средств контроля функционального состояния организма.

Окисление гемоглобина определяется напряжением растворенного в крови кислорода и характеризуется кривой диссоциации  $\text{HbO}_2$  (рис.1), представляющей собой зависимость величины степени насыщения гемоглобина крови кислородом ( $\text{SaO}_2$ ) от  $\text{PO}_2$  (напряжения кислорода в крови). Верхняя часть кривой, соответствующая нормальному насыщению артериальной крови кислородом ( $> 95\%$ ), показывает способность гемоглобина связывать большое количество  $\text{O}_2$  при значительных колебаниях  $\text{PO}_2$ , например, при изменениях парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, что встречается при ингаляции газовой смесью, бедной кислородом.

Для выявления индивидуальных адаптивных резервов человека в условиях физической нагрузки проведены эксперименты. Ряд испытуемых, различных по возрастному признаку были обследованы в состоянии покоя и после дозированной нагрузки (20 приседаний с задержкой дыхания) с посекундной регистрацией  $\text{SpO}_2$ . Регистрация выполнялась с помощью пульсоксиметра Utas Oxi 200. Таким образом регистрировалась динамика изменения  $\text{SpO}_2$ .

Для оценки адаптивных возможностей человека предлагается использовать критерий KNS, дающий количественную оценку функционального состояния обследуемого на основании реакции показателя насыщения крови кислородом на нагрузку. Данный критерий оценивает степень отклонения индекса  $\text{SpO}_2$  от первоначального значения и время возвращения к донагрузочному значению и определяется соотношением:

$$KNS = \left| \frac{T \cdot (\text{SpO}_{20} - \text{SpO}_2(t_0))}{\int_{t_0}^{t_0+T} (\text{SpO}_{20} - \text{SpO}_2(t)) dt} \right|,$$

где  $\text{SpO}_{20}$  – значение индекса до нагрузки;

$\text{SpO}_2(t_0)$  – значение индекса непосредственно после нагрузки;

$\text{SpO}_2(t)$  – текущее значение индекса во времени;

$t_0$  – момент времени окончания физической нагрузки;

$T$  – время возврата к донагрузочному значению.

Интегральная форма критерия KNS предусматривает непрерывное снятие данных во времени. При измерениях  $SpO_2$  с помощью пульсоксиметра Utas Oxi 200 получают дискретные отсчеты значений  $SpO_2$ , поэтому интегральное выражение заменяется суммированием:

$$KNS = \left| \frac{T \cdot (SpO_{20} - SpO_2(t_0))}{\sum_{i=0}^n (SpO_{20} - SpO_{2i})(T_i - T_{i-1})} \right|.$$

В результате вычислений данного критерия для представителей отдельных возрастных групп получены следующие индивидуальные результаты:

22 года:  $KNS = 0.3$ ,

34 года:  $KNS = 1.184$ ,

54 года:  $KNS = 0.597$ ,

68 лет:  $KNS = 0.441$ ,

которые можно интерпретировать как количественную меру адаптивных возможностей организма при динамической нагрузке, то есть запаса физического здоровья.

Предложенная методика может быть использована при оценке профессиональной пригодности человека для выполнения некоторых видов работ, оценки функционального состояния спортсменов, профилактического контроля населения, экспресс-диагностики и самоконтроля.

Ключевые слова: оксиметрия, адаптация, экспресс-диагностика.

УДК 615.849.19

## ПРОБЛЕМЫ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ ПО ДАННЫМ ПУЛЬСОМЕТРИИ

*Запорожко И.А., Делавар К.М., Скорик А.В., Зубчук В.И., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Современные врачи имеют средства для регистрации колебаний стенок артерий, возникающих при выбросе крови в момент систолы сердца. Следует отметить, что колебания стенок артерий достаточно информативны, но не в полной мере характеризуют состояние сердечно-сосудистой системы, поскольку не отображают работу так называемого периферического сердца. Роль периферийного сердца выполняют капилляры, которые выполняют 75 % работы по транспорту крови через ткани организма. Поэтому более информативной представляется регистрация пульсовых волн (ПВ) через систему капилляров, например, на фалангах пальцев.

В качестве первичного преобразователя ПВ в электрический сигнал может быть эффективно использован пульсоксиметр Utas Oxi 200, подключаемый к компьютеру через стандартный порт.

Регистрируемые с помощью Utas Oxi 200 пульсовые волны, усредняются по выбранному ансамблю к нормированной по амплитуде и длительности форме и вместе с другими показателями (частота сердечных сокращений, систолическое и диастолическое артериальное давление, данные эритрометрии и антропометрии) заносятся в базу данных для дальнейшей классификации и распознавания. В процессе наполнения базы данных выявлена заметная зависимость формы усредненной ПВ от времени и величины зафиксированного ансамбля. Это обусловило необходимость изменения алгоритма формирования математических моделей ПВ для обеспечения контроля динамики изменения усредненной ПВ в процессе сеанса регистрации.

Для распознавания и классификации ПВ целесообразно использование нейронных сетей, на входы которых подаются числовые эквиваленты ПВ, например в виде коэффициентов разложения в ряд Фурье, а также другие данные. В таких задачах экспертные системы применить затруднительно, поскольку связь между коэффициентами Фурье и другими разнородными данными априори неизвестна.

Для решения задач диагностики целесообразно выбрать многослойную сеть прямого распространения, обучаемую в соответствии с алгоритмом обратного распространения. Такой подход апробирован на ряде распознавания и позволяет получить приемлемые практические результаты.

Ключевые слова: пульсодиагностика, периферическое сердце, нейронная сеть, алгоритм обратного распространения.

УДК 004.021

## ОБНАРУЖЕНИЕ ЛИЦА НА ИЗОБРАЖЕНИИ

*Безручко А.В., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

В современном информационном обществе биометрические системы идентификации человека все больше вытесняют классические. По этому, алгоритмизация этой области является актуальной.

Системы идентификации человека по антропометрическим характеристикам лица в большинстве случаев работают в три этапа:

- 1) нахождение лица на изображении;
- 2) выделение информационных характеристик;
- 3) непосредственная идентификация.

На первом этапе необходимо предварительно обработать изображение таким образом, чтобы из всего цветового диапазона осталось только три цвета, образующие RGB-формат, то есть максимально возможно увеличить контраст. Это позволит ограничить друг от друга области, имеющие разную цветовую гамму и ярко выделить переходы между ними. Далее применяется фильтр, выделяющий края цветовых переходов. Все это позволяет отобразить лицо в виде

замкнутого контура, чотири лиця теж будуть замкнутими контурами. Виділяються всі контури з допомогою кластерного аналізу, а саме, модифікованого методу побудови кінцевого незамкнутого шляху (KRAV). Свою особливість використовуваного алгоритму даного методу складає в тому, що шукається саме замкнений шлях (перевіряється допустиме відстань між початковою і кінцевою точкою кластера). Крім того, побудова ланцюжка починається кожен раз знову з об'єкта, який має більше одного сусіда, відстань до якого не перевищує допустиме. Це дозволяє всевозможна обійти контур і зробити висновок про його замкнутість. Після кластеризації кожен контур обмежується прямокутником. По відхиленню центра тяжисті контура відносно медіан сторін, діагоналей і інших допоміжних ліній прямокутника, описують розглядається контур, визначається можливість його бути окресленням лиця і, якщо так, найбільш ймовірний нахил і поворот. Якщо контур нахилений, то вертикальне положення (включаючи всі внутрішні контури) досягається з допомогою афінного перетворення. На кожному кластері, лежить всередині контура, виділяються крайні і допоміжні точки, які (якщо це лице) будуть вказувати на куточки рота, очей, брів і т.д. Далі прямокутний ділянка порівнюється з шаблонним зображенням контрольних точок, побудованим за відомими пропорціями і золотому перетинку лиця людини. Для повороту голови шаблон буде відрізнятися.

За ступенем схожості ділянки зображення з шаблоном, робиться висновок про наявність на ньому лиця. Використовуваними контрольними точками будуть потрібні далі при аутентифікації.

Ключові слова: ідентифікація, аутентифікація, кластерний аналіз.

УДК 615.849.19

## ЭФФЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТРАНСДЕРМАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ОРГАНИЗМ

<sup>1)</sup>Лисенкова А.М., <sup>1)</sup>Железнякова Т.А., <sup>2)</sup>Лисенков Б.Н., <sup>2)</sup>Щербатюк В.А., <sup>3)</sup>Дюба В.М.,  
<sup>1)</sup>Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь; <sup>2)</sup>ОАО «МНИПИ»,  
г. Минск, Беларусь; <sup>3)</sup>Городской клинический кожно-венерологический диспансер, г. Минск,  
Беларусь

В последние годы интенсивно развиваются инновационные технологии увеличения биодоступности лекарственных препаратов, создается аппаратура определения мест введения лекарственных препаратов для оптимизации лечебного эффекта. Лазерное излучение красной и ближней ИК области спектра относится к числу внешних физических факторов, способных оказывать эффективное воздействие на трансдермальную биологическую доступность лекарственных средств. Под его воздействием увеличивается проницаемость клеточных мембран, усиливается микроциркуляция крови в облучаемой области, что обеспечивает лучшее проникновение лекарственных препаратов в ткани и клетки и

дает возможность уменьшить их дозировку, сократить сроки лечения. Новая физиотерапевтическая аппаратура должна также учитывать биофизические характеристики биологических тканей, подвергающихся лазерофорезу. Нами разработано устройство для определения местоположения биологически активных точек (БАТ) на теле человека с минимальным воздействием на организм пациента и состояние БАТ, с возможностью последующего введения лекарственных средств в область БАТ.

Обобщая результаты работ других авторов и наших собственных исследований, отметим также биофармацевтические способы увеличения эффективности трансдермального введения лекарственных препаратов: а) выбор формы препарата; б) применение специальных биохимических препаратов, способствующих повышению мембранной проницаемости при трансдермальном введении; в) использование супрамолекулярных трансдермальных носителей (липосомы, циклодекстрины, микрокапсулы и др.), что позволяет реализовать целенаправленный транспорт лекарственных средств в очаги патологии.

Лазерные и биофармацевтические технологии применялись при лечении группы больных (56 человек) в Минском Городском клиническом кожно-венерологическом диспансере. Проводился лазерофорез циклических углеводов, обогащенных витаминами и микроэлементами, на очагах поражения и точках акупунктуры у больных псориазом, атопическим дерматитом и другими кожными заболеваниями. Наблюдалось более быстрое по сравнению с контрольной группой уменьшение гиперемии, шелушения и зуда кожи, на 10 – 20% сокращались сроки лечения.

Ключевые слова: лазерное излучение, биодоступность, лекарственные препараты, биологически активные точки

УДК 612.23

## ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ ПУЛЬСОКСИМЕТРУ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ЧАСТОТИ ПУЛЬСУ ТА ОКСИГЕНАЦІЇ КРОВІ

*Тимчик Г.С., Сорока С.О., Самчук В.А., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Пульсоксиметрія – неінвазивний метод моніторингу процентного вмісту гемоглобіну, насиченого киснем ( $O_2$ ), в артеріальній крові (оксигенація) та частоти серцевих скорочень (пульсу).

Сучасні пульсоксиметри (ПМ) зручні у використанні, портативні, безпечні для пацієнта та медперсоналу, забезпечують вимірювання відразу після підключення. Але, наряду з численними розробками ПМ, актуальною є потреба в покращенні точності вимірюваних величин шляхом вдосконалення існуючих приладів та розробці для них програмного забезпечення.

Для виконання поставленої задачі була проведена модифікація існуючої моделі ПМ за рахунок збільшення корисної площі під час вимірювання в 4 рази, а також розроблено програмне забезпечення, що дозволяє проводити кореляційний аналіз частоти пульсу та оксигенації крові в клінічних умовах.

В ході проведення досліджень виконано порівняльний аналіз результатів вимірювання існуючим та модифікованим ПМ та отримані наступні графіки (рис. 1):

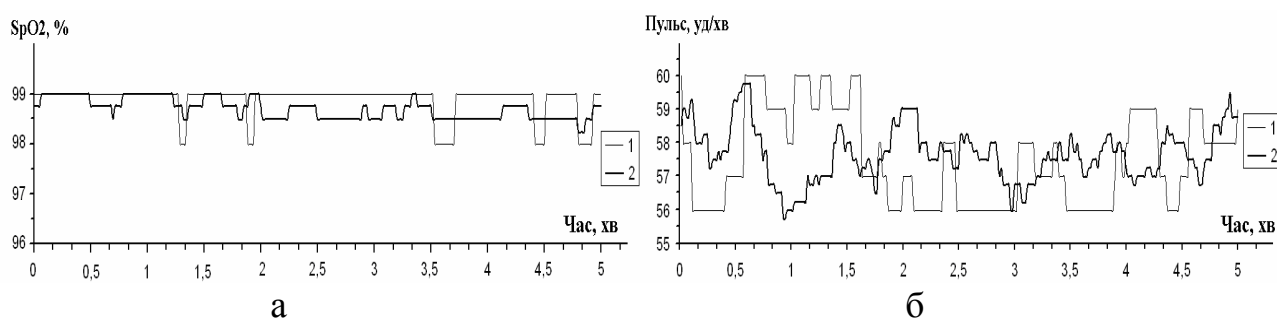


Рис. 1. Результати вимірювання оксигенації крові (а) та частоти пульсу (б) при використанні одного (1) та чотирьох датчиків (2)

На рис. 2(а) криві 1 та 2 мають стрибкоподібний характер, величина стрибків при використанні одного датчика приблизно дорівнює 1%, а чотирьох – 0,25%. Такий же характер мають і криві на рис. 2(б), величина стрибків при використанні одного датчика складає від 1 до 3 уд/хв, а чотирьох – 0,25 уд/хв і більше. Спираючись на зменшення величини «стрибків» майже у чотири рази, можна зробити висновок, що систематична похибка вимірювання оксигенації крові та частоти пульсу ПМ з чотирма датчиками приблизно в 4 рази менша, ніж при використанні ПМ з одним датчиком за рахунок збільшення корисної площі під час вимірювання.

Ключові слова: пульсоксиметрія, пульсоксиметр, оксигенація, кореляційний аналіз, неінвазивний метод, модифікація.

УДК 615.472.03

## ІНДУКТОРИ МАГНІТОФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНОЇ АПАРАТУРИ

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

Одним із найважливіших вузлів магнітофізіотерапевтичної апаратури (МФТА) являється індуктор – блок джерела магнітного поля (МП) з якого випромінюється МП з заданими значеннями параметрів. Проблема отримання нормованих значень магнітної індукції в робочій зоні МФТА при створенні прецизійних джерел змінних магнітних полів (ЗМП) з відтворюванням різних форм магнітних полів з високою точністю являється достатньо складною і актуальною для розробки та впровадження сучасної магнітофізіотерапевтичної техніки.

Проведені дослідження в наукових центрах показали що, точність отримання необхідних значень динамічних параметрів і форми поля та їх стабільності підтримання протягом терапевтичного сеансу суттєво впливає на досягнення оздоровчого та лікувального ефектів.

Метою даної роботи є розробка та дослідження нових методів та принципів побудови індукторів високоточної стабільної МФТА з обґрунтуванням можливостей отримання в робочій зоні індукторів заданих форм МП з високою точністю і необхідними динамічними параметрами. За результатами досліджень та практичних експериментів були запропоновані ефективні методи генерації та принципи роботи високоточних джерел ЗМП, що дозволяють отримати задане стабільне значення магнітної індукції з високою точністю.

Важливою складовою роботи були розробка та дослідження нових перспективних принципів корекції потрібної форми імпульсних магнітних полів зі стабілізацією параметрів струму  $i(t)$  та магнітної індукції  $B(t)$ , що протікає зразковою котушкою та корекції параметрів вхідного сигналу в основному тракту.

Таким чином були досліджені нові принципи побудови індукторів МФТА, розроблений і виготовлений експериментальний зразок багатофункціонального індуктора, що забезпечує генерацію стабільних значень магнітної індукції змінних форм у діапазоні частот до 100 Гц та динамічному діапазоні до 100 мТл з похибкою відтворення форми поля до 2%.

Ключові слова: індуктор, магнітофізіотерапевтична апаратура.

УДК 615.849.19

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БІОЛОГІЧНОЇ ТКАНИНИ ПРИ ЛАЗЕРНІЙ ТЕРАПІЇ

*Каспров М.А., Тимчик Г.С., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Останнім часом широкого вжитку в клінічній практиці багатьох країн Європи набула низько інтенсивна лазерна терапія. Вплив низько інтенсивного випромінювання сприяє швидкому перебігу та зникненню гострих запальних процесів, стимулює відновлювальні процеси в організмі, покращує мікроциркуляцію тканин, нормалізує загальний імунітет та ін.

Завдяки розсіюванню монохроматичне поляризоване й когерентне лазерне випромінювання вже на глибині в декілька міліметрів, як правило, стає некохроматичним, неполяризованим й некогерентним, тобто лазерне випромінювання перетворюється в широкосмугове теплове випромінювання. Воно біологічно є менш активним та призводить до місцевого нагрівання тканин, при цьому теплова енергія концентрується в основному на клітинних мембранах, що посилює міжклітинний обмін речовин, який найбільшою мірою визначає терапевтичний ефект впливу.



Перетворена в тепло енергія світла викликає в опромінену об'єм локальне підвищення температури. Лазерне випромінювання здатне призводити до суттєвої неоднорідності температурного градієнту в тканинах, особливо на рівні однієї клітини. Це може впливати на швидкість біохімічних реакцій, викликати деформацію клітинних мембран і т.і. Величина нагрівання біологічної тканини (БТ) залежить від швидкості та інтенсивності нагріву й підвищується пропорційно щільності енергії лазерного випромінювання. Частина тепла відходить в залежності від температурного градієнту завдяки теплопровідності переходить в більш холодну ближню ділянку тканини. Тому зменшується температура опроміненої ділянки, що може бути максимально досягнута при даній інтенсивності випромінювання, тобто з визначеною інтенсивністю випромінювання пов'язана визначена максимальна температура. Так як частина енергії транспортується в сусідні області, то нагрівається не тільки опромінений об'єм, але й ближні ділянки.

Таким чином, реєструючи зміни температури у зоні опромінення й навколишніх ділянках біологічної тканини можна судити про поглинену верхніми шарами шкіри дозу випромінювання й підвищити точність проведення процедур лазерної терапії.

Ключові слова: лазерна терапія, температурний градієнт, біологічна тканина, теплопровідність.

УДК 615.850.

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОКСИГЕНАЦІЮ КРОВІ

*Тимчик Г.С., Сорока С.О., Ларіна В.О., Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Зміни, які виникають при дії на кров випромінюванням оптичного діапазону з довжинами хвиль 600-1200 нм, можуть істотно впливати на біологічні тканини. Лазерне випромінювання, яке попадає на шкіру, частково відбивається її роговим шаром, епідермісом і базальним шаром, а інша частина поглинається і розсіюється.

Виявлено, що глибина проникнення випромінювання в тканини різна і залежить як від довжини хвилі випромінювання, так і від складу тканини. Проникна спроможність випромінювання від ультрафіолетового до оранжевого діапазону поступово збільшується від 20 мкм до 2,5 мм, у червоному діапазоні глибина проникнення різко збільшується до 30 мм, а найбільше значення (50 мм) досягається при довжині хвилі 0,95 мкм.

Показано, що найбільш розповсюдженим методом є внутрішньовенне лазерне опромінення крові з використанням напівпровідникових лазерних діодів з довжиною хвилі 0,63 мкм. При цьому оксигенація крові різко збільшується.

Досліджено процес досягнення найкращого результату при проведенні процедур терапії випромінюванням оптичного діапазону, згідно якого необхідно задати оптимальну дозу випромінювання (рис.1).



Рис.1. Умовна дозова залежність випромінювання низької інтенсивності на тканини

Запропоновано метод визначення дози опромінення шляхом моніторингу кількісних характеристик кисню в крові і стабілізації показників пульсу, який дає можливість визначити характер впливу лазерного випромінювання на біологічну тканину і знайти індивідуальний підхід до кожного пацієнта в залежності від його фізіологічних характеристик стану організму.

Ключові слова: випромінювання, довжина хвилі, оксигенація, доза.

УДК 615.84

## КОМП'ЮТЕРНИЙ КАРДІОГРАФ

*Майстренко В.М, Комар О.С, Бондаренко С.В, Яценко Д.Є., Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

В наш час все більше й більше людей звертаються в лікарню з проблемами серця. І все це через те, що вони не мають змоги вдома відзняти свою кардіограму і через Інтернет вислати її лікарю, який через деякий час дасть діагноз його кардіограми.

Хоча в наш час багато розроблено кардіографів, але вони досить дорогі і не кожен може їх собі дозволити.

Тож розглянемо прилад, який вдосконалюється – «Cardio-Tester».

Прилад розроблено на платформі x86.3 розвитком сучасних комп'ютерних технологій є дуже важливим правильне та перспективне проектування приладів, що орієнтовані на підключення до ПК. Наступна версія приладу може використовувати обидва послідовних інтерфейси RS-232 та USB 2.0, що забезпечує пропускну спроможність каналу передачі інформації до 480Мб/с. Запис ЕКГ можна вести як у режимі накопичення інформації, так і у режимі реального часу; апаратні можливості системи дозволяють реалізувати у кінцевому

приладі підтримку запису сигналу від 2 до 12 (включно) відведень. Сучасний прогрес у галузі мікроелектроніки зобов'язує використовувати широкі можливості сучасної елементної бази у кінцевому приладі, враховувати фактори енергозбереження, зменшення габаритних розмірів, щоб витримати конкурентну боротьбу у галузі.

Застосування інтерфейсу USB дасть можливість використовувати прилад разом із сучасними моделями ноутбуків та останніми версіями операційної системи Microsoft Windows без встановлення додаткових драйверів.

Продовжується розробка багатоканального апаратно-програмного комплексу (АПК) для автоматичної реєстрації та подальшої обробки сигналу ЕКГ людини, орієнтованого на підключення до ПК (персонального комп'ютера), чи ноутбука.

Інша сторона покращення приладу – підключення до мікроконвертора.

Aduc812C мікросхем зовнішньої енергонезалежної пам'яті типу FRAM або EEPROM, послідовний доступ до якої організовується за допомогою протоколу I<sup>2</sup>C. Загальний об'єм пам'яті визначає тривалість запису інформації (сигналу ЕКГ у різних відведеннях).

Подальшого вдосконалення може зазнати і система живлення приладу. Можливе використання сучасних мікросхем з низьким енергоспоживанням: спеціальні операційні підсилювачі, однополярні АЦП, мікроконтролери, тактова частота яких автоматично знижується до нуля під час простою у роботі. Це дозволить відмовитися від зовнішнього блоку живлення, рівнів напруг вище +5В, зменшити габаритні розміри приладу та використовувати у якості елементів живлення звичайні акумуляторні батареї.

В кінцевому вигляді прилад буде легкодоступний для кожного користувача, хто має комп'ютер.

Ключові слова: кардіограф, мікроконтролер, інтерфейс USB.

УДК 616-073.524:616-073.173

## ЦИФРОВИЙ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФІЧНИЙ СЕНСОР

*Мосійчук В.С., Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Традиційно в фотоплетизмографії використовуються сенсори на основі оптоелектронних перетворювачів. Сигнал на виході котрих є аналоговим, миттєві значення якого перетворюються в цифровий код при дискретизації АЦП. Вибірка дискретизації триває від 3 до 5 мкс в середньому. Детекторна квантова ефективність (ДКЕ) сенсора при цьому мала, що викликано використанням світлової енергії лише протягом часу перетворення. Для випадку модуляції оптичного сигналу пульсовою хвилею частота дискретизації становить  $F_d = 100 \text{ Гц}$ . В даному випадку  $ДКЕ = t_{\text{пер}} / T_d = t_{\text{пер}} \cdot F_d \ll 1$ , де  $t_{\text{пер}}$  – час перетворення (рис. 1).

Внаслідок цього для АЦП рівень сигналу первинного перетворювача має бути підсиленим на 40-80 дБ, як правило, інструментальним підсилювачем. Загалом, внаслідок малої ДКЕ енергоспоживання не є економним, що є критичним для портативних приладів та систем.

Виходячи з вищенаведеного представляє інтерес побудова систем реєстрації фотоплетизмографічного сигналу на принципі накопичення світлової енергії.

Такий підхід широко застосовується в ПЗЗ та TFT - матрицях, що широко використовуються в телевізійній та побутовій апаратурі (відеокамери, цифрові фотоапарати). При цьому ДКЕ сенсора збільшується в  $N = t_H / t_{\text{ПЕР}}$  разів, де  $t_H$  – час накопичення світлової енергії. Оскільки  $t_H$  можна регулювати, то ДКЕ можна підтримувати на високому рівні. При цьому в  $N$  разів підвищується і чутливість сенсора. Внаслідок того, що  $F_d = 100 \text{ Гц}$  мала, збільшення чутливості сенсора  $N$  може сягати значень порядку 60 дБ. Тому необхідність у підсилювачі взагалі відсутня.

На основі приведеного принципу роботи вимірювання найзручніше проводити непрямим способом одразу в цифровій формі, наприклад, оцінюючи час, за який проходить накопичення світлової енергії до певного значення рівня порогу. На рис. 2 приведена схема реалізації цього принципу на мікроконтролері.

Ключові слова: цифровий фотоплетизмографічний сенсор, оптоелектронний перетворювач, вимірювання інтенсивності світла.

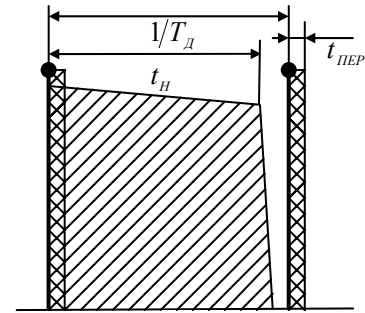


Рис. 1

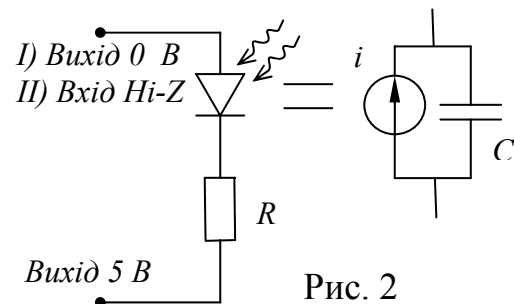


Рис. 2

УДК 623.4.011

## ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЛЕГКИХ ВІД'ЄМНОЗАРЯДЖЕНИХ АЕРОІОНІВ

*Коренівська О.Л., Манойлов В.П., Мартинчук П.П., Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, Україна*

Важлива роль впливу іонізованого повітря доведена в роботах цілої низки авторів. Важливим та перспективним напрямком використання іонізованого повітря є використання його в медичних закладах для лікування багатьох хвороб. Причому метод є безпечним та ефективним. Врахування біологічного фактору впливу ступеня іонізації повітря неможливе без визначення концентрації аероіонів.

Тому метою даної роботи є розробка методичних та технічних засобів для вимірювання концентрації легких від'ємних аероіонів. Для досягнення мети по

ставлені наступні задачі:

1. розробка методу вимірювання концентрації аероіонів;
2. розробка первинного вимірювального перетворювача концентрації легких аероіонів (датчика аероіонів).

Серед пристроїв виміру концентрації аероіонів виділяють спектрометри та лічильники концентрації аероіонів. Найширше розповсюдження на практиці отримали аспіраційні лічильники, первинним перетворювачем в яких є аспіраційний конденсатор. Але аспіраційні лічильники мають складну будову та високу похибку вимірювання, а також значну вартість. Крім цього в них важно врахувати вплив крайового ефекту. Наявність високих електростатичних полів та примусове продування повітря через лічильник суттєво спотворюють реальну картину концентрації аероіонів.

На практиці спостерігається складна залежність концентрації аероіонів від конфігурації електростатичного поля, конвекційних потоків, що існують у приміщенні, часу впливу іонізатора та ряду інших факторів. Наявність електростатичних полів та конвекційних потоків ускладнює вимірювання концентрації аероіонів.

Нами запропонована нова методика проведення вимірювання концентрації аероіонів, що базується на виміру об'ємного заряду первинного перетворювача та розроблено оригінальну конструкцію датчика. Дана методика дозволяє вимірювати кількість аероіонів без спотворення поля та має досить високу точність виміру.

Ключові слова: аероіонізатор, лічильники аероіонів, концентрація аероіонів.

УДК 535.34:621.373.826:611.814.1:615.84

## МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР

*Зубчук В.И., Кратик А.В., Сташкевич В.Ф., Якимчук В.С., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Важным направлением разработки методов и средств медицинской техники является экспресс-диагностика функционального состояния человека и выявление отклонений диагностических показателей от нормы. Эффективность лечения многих заболеваний человека зависит от своевременного выявления отклонения физиологических показателей от нормы доклинической фазы. Это означает, что необходимо контролировать достаточный набор физиологических параметров человека в состоянии здоровья. Для реализации такого подхода необходимо определить необходимый и достаточный набор контролируемых параметров, разработать методы и средства их контроля, которые должны отвечать требованиям: объективность, оперативность, неинвазивность, высокая чувствительность, дешевизна, отсутствие воздействия на обследуемого и простота реализации процедур обследования

Одним из направлений создания средств, отвечающих перечисленным требованиям, является построение анализаторов метаболитов человека, выделяемых организмом в процессе жизнедеятельности - устройств типа «Электронный нос» (ЭН). Уже получены результаты экспериментального применения ЭН для идентификации личности по индивидуальному запаху, для диагностики респираторных инфекций и онкологических заболеваний, контроля экологической обстановки и скрининга лекарственных препаратов. Однако для широкого внедрения ЭН в практику здравоохранения необходимо решить еще ряд теоретических и практических задач.

В общем случае в состав устройства ЭН входит набор селективных сенсоров, которые через усилители, программно управляемый аналоговый мультимплексор и аналого-цифровой преобразователь подключаются к компьютеру для формирования базы данных с результатами измерений и сопровождающей информации. Технические параметры ЭН прямо зависят от параметров селективных сенсоров, поэтому выбор типа, количества и параметров чувствительности сенсоров является важным этапом в проектировании таких устройств.

Одним из перспективных типов гозоселективных сенсоров для ЭН являются электрохимические амперометрические сенсоры (АС) на основе твердотельных систем с протонопроводными и матричными электролитами.

Сформулированы требования к системе экспресс-диагностики на основе электрохимических АС. Рассмотрена чувствительность амперометрических сенсоров и условия сопряжения их с элементами регистрации сигналов в условиях промышленных помех. Проведено моделирование работы АС при влиянии помех и показана эффективность их фильтрации.

Ключевые слова: экспресс-диагностика, газоанализатор, электронный нос.

УДК 617.7; 612.16.161

## ТЕХНОЛОГИЯ ИРИДОДИАГНОСТИКИ

*Матвийчук А.О., Зубчук В.И., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

В последнее время сильно возрастает значение информационного обеспечения различных медицинских технологий. Оно становится критическим фактором развития практически во всех областях знаний, поэтому разработка и внедрение информационных систем является на сегодняшний день одной из самых актуальных задач. Прежде всего, это диагностика, назначение лечебных мероприятий, прогнозирование течения заболеваний и их исходов. В последние годы идет бурное развитие средств диагностики и лечения.

К упомянутым средствам диагностики относится иридодиагностика - метод быстрой оценки состояния организма по радужной оболочке глаза, который получил широкое применение в наше время и требует дальнейшего развития. Любой иридологический знак представляет собой информационную единицу. Из

совокупности знаков можно получать необходимую информацию о состоянии здоровья, конституциональных особенностях организма и генетической предрасположенности к тем или иным заболеваниям.

Достоинства метода иридодиагностики:

- возможность выявления патологий на доклинической стадии;
- оценка общего состояния органов и систем;
- локализация патологий с достаточной степенью точности;
- безболезненность, безвредность, отсутствие противопоказаний.

В рамках научных исследований и образовательной программы кафедры медицинской кибернетики и телемедицины НТУУ «КПІ», разработана система иридодиагностики, которая предназначена в первую очередь для практикующих иридологов, которая также может быть использована в целях обучения и в решении научно-исследовательских задач.

Важной характеристикой системы является ее полезность для иридологов практически любого уровня квалификации. Основные возможности системы:

- ввод в память компьютера цветных изображений радужной оболочки и их отображение на экране монитора;
- автоматизированное формирование карты осмотра и заключения иридолога;
- удачно решена функция быстрого масштабирования с помощью элемента управления в виде ползунка, а также локализация изображения по вертикали и горизонтали;
- программа позволяет совмещать изображения схемы проекционных зон с изображениями радужной оболочки;
- печать результатов диагностики.

Ключевые слова: иридодиагностика, радужка, экспресс-диагностика.

УДК 615.849.19

## **МЕТОДИКА РЕФЛЕКСОТЕРАПІЇ ІНТЕГРОВАНІМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ**

<sup>2)</sup>Голопура С.І., <sup>1)</sup>Дастжерді А.Х.М., <sup>1)</sup>Клочко Т.Р., <sup>1)</sup>Скицюк В.І., <sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна; <sup>2)</sup>Національний аграрний університет, м. Київ, Україна

Сучасними роботами в галузі медицини та біології доведено корисність впливу низькоенергетичним електромагнітним випромінюванням оптичного діапазону на загальний стан живого організму. При оптимальних дозах впливу на організм низькоенергетичним лазерним випромінюванням здійснюють енергетичну стимуляцію, що в системах та органах викликає процеси активізації саморегуляції. Проте досліджень, які стосуються впливу на показники складу крові, вкрай недостатньо, що може призвести до помилок при проектуванні фізіотерапевтичних приладів. Тому актуальними залишаються теоретичні та екс-

периментальні дослідження щодо впливу інтегрованим оптичним випромінюванням на біологічні об'єкти.

В роботі наведені результати застосування авторської методики лікувального опромінення тварин, проведених на прикладі великої рогатої худоби. Модульоване електромагнітне випромінювання, зокрема з довжиною хвилі 0,51 мкм, 0,65 мкм, модульоване з частотою 10 Гц, стабілізує метаболічні функції організму, що призводить до підвищення показників імунітету, стабілізації нервової системи. Цей вплив має ефект стабілізації енергії біологічного об'єкта як багатокomпонентної системи. Досліджені групи тварин, хворих на диспепсію та бронхопневмонію, при застосуванні методики акупунктури інтегрованим світловим випромінюванням показали покращення морфологічних показників крові. Зокрема завдяки впливу інтегрованим випромінюванням на основні БАТ підвищено вміст гемоглобіну: у хворих на бронхопневмонію – на 16,6% та у хворих на диспепсію – на 22,7 % .

Проведені експериментальні дослідження довели високу ефективність впливу низькоенергетичного електромагнітного випромінювання оптичного діапазону методом рефлексотерапії на підвищення імунітету тварин, стабілізації та покращенню загального клінічного стану. Внаслідок отриманих позитивних результатів подальші дослідження спрямовані на створення відповідної апаратури та дослідження її застосування для лікування та діагностики захворювань.

Ключові слова: прилад, інтегроване випромінювання, біологічно активні зони, біологічний об'єкт.

УДК 681.78:519.6

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

*Ярич А.В., Безуглий М.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Особливий інтерес при дослідженні біологічних тканин (БТ) представляє метод відбиваючої дифузної спектрометрії, який ґрунтується на залежності коефіцієнта поглинання БТ від концентрації хромофорів (оксигемоглобіну, гемоглобіну, карбогемоглобіну, метгемоглобіну, білірубіну тощо) та залежності коефіцієнта розсіяння від розміру та щільності структур, що розсіюють оптичне випромінювання. Проте, неможливість роздільного розгляду здатності біологічної тканини до поглинання та розсіяння при аналізі просторового розподілу розсіяного назад випромінювання значно ускладнює фізичну інтерпретацію отриманої інформації.

Відтворити значення коефіцієнтів розсіяння та поглинання БТ на основі поверхневого розподілу дифузно розсіяного назад оптичного випромінювання можна при вирішенні зворотної задачі теорії переносу випромінювання (ТПВ) ітераційним методом Монте-Карло (МК). Ітераційний метод МК ґрунтується на



послідовному перегляді гіпотез про відповідність БТ певних значень оптичних характеристик шляхом вирішення прямої задачі ТПВ, коли за заданими оптичними характеристиками середовища відтворюється поверхневий розподіл розсіяного назад випромінювання.

У роботі розглянуто алгоритм чисельного моделювання поширення оптичного випромінювання в БТ методом МК, використання якого дозволяє вирішити пряму задачу ТПВ. Наведено аналітичні вирази, що дозволяють визначити довжину вільного перебігу фотону між двома центрами розсіяння, напрямком нового розповсюдження фотона в результаті розсіяння, а також розрахунок ймовірності поглинання або розсіяння фотона при наступному акті його взаємодії з середовищем в багатошаровій оптичній моделі БТ.

Крім того, в роботі зазначено умови, за яких можна перенести результати єдиного чисельного експерименту на різні значення альбеда в широкому діапазоні і, таким чином, значно прискорити вирішення зворотної задачі ТПВ ітераційним методом МК.

В наступних роботах планується провести чисельні експерименти з використанням ітераційного методу МК вирішення зворотної задачі ТПВ і провести дослідження для перевірки результатів моделювання, використовуючи вимірювальну оптико-електронну систему, принцип дії якої базується на реєстрації координатним приймачем дифузно розсіяного БТ випромінювання.

Ключові слова: біологічна тканина, розсіяння, метод Монте-Карло, хромофор.

УДК 615.847.8:615.849.19

## СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЇ МАГНІТО-ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ

*Осадчий О.В., Безуглий М.О., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Магніто-лазерна терапія (МЛТ) з огляду на узгоджену односпрямовану дію лікувальних фізичних факторів – магнітного поля й лазерного випромінювання – є одним з найбільш перспективних методів фізіотерапевтичного впливу. Сполучне використання двох фізичних факторів може стимулювати та активізувати в організмі процеси обміну, регенерації, імунomodуляції та ін. Неспецифічний характер відгуку організму на процедури МЛТ через процеси міжклітинного обміну за участю центральної нервової системи (ЦНС) супроводжується полісистемними реакціями організму. Як правило, це пояснюється не тільки локалізацією дії магнітних та лазерних стимулів, а й специфікою функціонування нейронної мережі при передачі збуджень. Лікувальні ефекти магніто-лазерного впливу засновані на біостимуляції та мобілізації наявного енергетичного потенціалу організму, що визначає широкий діапазон показань для МЛТ, а також розмаїття методичних підходів до лікування.

У роботі проаналізовані сучасні магніто-лазерні апарати («Мілта», «Мустанг», «Оріон», «МІТ-11» і ін.), де джерело сполучних полів реалізовано за рахунок поєднання випромінюючої лазерної головки з кільцем постійного магніту. З погляду ефективної фізіотерапії таке рішення не є оптимальним, оскільки біологічна активність лазерного випромінювання істотно вище активності постійного магнітного поля, що потребує диференційованого підходу при встановленні експозиції для окремого чинника. Селективність магніто-лазерної терапії патологічних ділянок на біологічній тканині в більшості випадків залежить від інтенсивності та довжини хвилі лазерного випромінювання, а також від створеного виду магнітного поля та його напруженості.

Запропоновано схемотехнічне рішення системи комплексної магніто-лазерної терапії, функціонування якої базується на поєднанні впливу лазерного випромінювання декількох спектральних складів з дією бігучого магнітного поля, імпульс якого сформовано набором соленоїдів, що вмикаються послідовно. Технічна реалізація системи дозволить підвищити біотропність створених в біологічній тканині електромагнітних полів, а відтак і підвищити ефективність здійснення процедур магніто-лазерної терапії.

Ключові слова: магніто-лазерна терапія, магніто-лазерний апарат, соленоїд, біологічна тканина.

УДК 681.784

## **ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО ДЛЯ КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ ДІАПАЗОНУ ВИМІРЮВАНЬ АБЕРАЦІЙНИХ ВАД ОКА ЛЮДИНИ**

*Чиж І.Г., Якименко Т.М., Афончина Н.Б., Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Інтенсивний розвиток та впровадження лазерних технологій корекції вад зору в сучасній офтальмологічній практиці вже багато років є стимулом до вдосконалення вимірювачів аберацийних вад зору шляхом збільшення діапазону вимірюваних абераций, розширення функціональних можливостей аберометрів, підвищення точності вимірювань тощо. Але, нажаль, підвищення точності та функціональності аберометричної апаратури у переважній більшості випадків призводить до збільшення її собівартості у рази, а розширення обсягу інформації може навіть ускладнити процес діагностики та призначення лікування. Саме тому ці необхідні для кожного лікаря-офтальмолога прилади не знаходять широкого застосування у вітчизняній офтальмологічній практиці. У зв'язку з цим постала проблема створення альтернативного приладу, який забезпечував би отримання необхідного і достатнього для офтальмолога обсягу інформації відносно аберацийного стану ока, і одночасно мав порівняно невелику собівартість.

Метою даної роботи є визначення необхідного діапазону вимірювань аберацийних вад ока людини. Головними задачами роботи є огляд та порівняльний аналіз результатів клінічних досліджень вад зору, статистичних даних про абе-

рації ока, наведених у ряді наукових публікацій, визначення співвідношення між первинними абераціями та абераціями високих порядків оптичної системи ока, а також порівняння функціональних параметрів сучасних офтальмологічних аберометрів.

Найбільший вплив на якість зображення на сітківці ока справляють первинні аберації: аметропії (дефокусування) та астигматизм. В результаті проведеного статистичного аналізу для «нормальних» очей (тобто, без визначених очних патологій) та при діаметрі зіниці 6 мм виявлено, що діапазон міопії (по результатах вимірювань у 2600 очах) складає -0,25...-15 дптр, діапазон гіперметропії (по результатах вимірювань у 550 очах) складає 0,25...13,5 дптр, діапазон астигматизму (по результатах вимірювань у 2500 очах) зосереджений у діапазоні -4...9 дптр. По результатах аналізу зроблено висновок, що вимірювання аметропій слід здійснювати в діапазоні -15...+15 дптр (відповідне значення коефіцієнта аметропії за черніковським розкладом  $Z_2^0 = \pm 0,076\text{мм}$ ), астигматизму – в діапазоні -10...+10 дптр (відповідне значення коефіцієнту  $Z_2^2 (Z_2^{-2}) = \pm 0,009\text{мм}$ ).

Аберації вищих порядків складають в середньому не більше 13% від величини загальної рефракції ока, тому зроблено висновок, що для клінічної практики їхнім впливом у відсутності патологій можна знехтувати.

Ключові слова: абераційні вади, аметропія, міопія, гіперметропія, астигматизм, аберометр.

УДК 681.784

## **ПРО ТОЧНІСТЬ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ХВИЛЬОВОЇ АБЕРАЦІЇ ОКА ЛЮДИНИ**

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

Хвильова аберація ока людини моделюється при тестуванні точності офтальмологічних аберометрів. Порівняння результатів аберометрії фізичної моделі з її фактичними абераційними параметрами дає можливість зробити висновки відносно похибок вимірювача хвильової аберації ока. В якості абераційних параметрів, точність вимірювання яких підлягає контролю, використовуються амплітуди черніковських абераційних мод. Фізична модель абераційної оптичної системи ока (абератор) повинна забезпечувати необхідну еталонну точність відтворення абераційних мод. Але амплітуди мод вище другого степеневого порядку складають десятки і соті долі мікрометра. Проблемою є складність їх точного моделювання, яка зростає пропорційно заданій точності їх моделювання і обернено пропорційно величинам цих амплітуд. Природно, що це породжує питання про доцільну або оптимальну точність фізичного моделювання хвильової аберації оптичної системи ока.

Нами досліджено вплив похибок моделювання церніковських абераційних мод на параметри якості зображення на сітківці – середньо-квадратичне відхилення хвильового фронту відносно сфери порівняння, число Штреля, радіус другого гаусового моменту абераційної функції розсіювання точки на сітківці, граничну просторову частоту геометричної модуляційної передаточної функції оптичної системи ока.

На основі результатів цих досліджень обґрунтовано вимоги до точності моделювання залежно від абераційного стану ока. При моделюванні ока з дифракційною обмеженістю просторової роздільної здатності його оптичної системи похибки моделювання хвильового фронту не повинні виходити за межі його дифракційного деформування з урахуванням робочої довжини світлової хвилі аберометра та діаметру зони аберометрії в площині зіниці.

При моделюванні аберацій ока зі зменшеною гостротою зору необхідно забезпечувати точність моделювання хвильової аберації, визначену із допустимої похибки показника якості зображення на сітківці, який використовується при діагностуванні конкретної вади зору.

Знайдено математичні залежності між допустимими похибками показників якості зображення і допустимими похибками амплітуд абераційних мод.

Ключові слова: абераційна модель ока, точність моделювання аберацій ока, потрібна точність абератора.

УДК 616,8/831.2-072

## ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЯ ТА ІНФОРМОДІАГНОСТИКА

*Зубчук В.І., Казачков О.Б., Савустяненко М.Ю., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Захворювання центральної нервової системи складають досить широкий клас захворювань людей, найважливішим серед яких є епілепсія - хронічне захворювання мозку. Основний клінічний прояв епілепсії складається з повторних припадків, що супроводжуються “вимиканням” або зміною свідомості, м'язовими скороченнями, а також порушеннями чутливих, емоційних і вегетативних функцій.

У цього часу електроенцефалографія (ЕЕГ) є основним методом у діагностиці епілепсії. Запис звичайної (рутинної) ЕЕГ, як правило, проводиться у міжприступні періоди, у зв'язку із чим не завжди вдається виявити патологічні зміни на ЕЕГ й установити форму епілепсії. У таких випадках використовують прилади, що дозволяють здійснювати моніторинг ЕЕГ – безперервний запис ЕЕГ на магнітну стрічку. Але і це не дає повної картини розуміння причини епілепсії і визначення оптимальної стратегії лікування.

У таких випадках доцільно використовувати інші методи діагностики, наприклад, методи інформодіагностики. Одним з найпоширеніших методів інформодіагностики є метод Фоля, суть якого полягає в подразненні акупунктурних

точок слабким електричним струмом (порядку 12мкА) з одночасним вимірюванням шкірного опору. Величині шкірного опору у репрезентативних точках дозволяє судити про стан органів і систем організму.

Метод дозволяє визначати енергетичний баланс меридіанів, інформаційно-функціональні взаємозв'язки біологічно активних точок і біологічно активних зон шкіри із внутрішніми органами й тканинними системами, проводити функціональну діагностику, проводити ранню діагностику передпатологічних порушень у взаємозалежних з біологічно активними точками органах і тканинних системах на етапі розвитку хвороби, визначати етіологічні фактори виникнення хвороби за допомогою тестування різних бактеріальних, вірусних й інших інфекційних антигенів.

Кожен орган має свій меридіан (сукупність репрезентативних біологічно активних точок), відповідальний за стабільність і функціональність відповідного органу. Система меридіанів дозволяють оцінити стан здоров'я організму в цілому, і в тому числі нервової системи. Тому спільне застосування ЕЕГ і інформодіагностики по Фоллю полегшує вирішення задачі діагностики захворювань центральної нервової системи, підвищує достовірність діагностики і визначення стратегії лікування.

Ключові слова: епілепсія, енцефалографія, інформодіагностика, енергетичний баланс меридіану.

УДК 616.831-005-07+611.13/18

#### **ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РЕНТГЕНІВСЬКОЇ МАМОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ DIAMOND З ЦИФРОВОЮ СТЕРЕОТАКТИЧНОЮ ПРИСТАВКОЮ DELTA 32 ДЛЯ БІОПСІЇ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ В ГВМКЦ «ГВКГ»**

*Францевич К.А., Цвігун Г.В., Собко М.Г., Головний військово-медичний клінічний центр ордена Червоної Зірки «Головний військовий клінічний госпіталь», м. Київ, Україна*

#### **Вступ**

Велике значення рентгенографії молочної залози (МЗ) в визначенні та диференціальній діагностиці захворювань МЗ всім відоме. Особливо значна вона в визначенні непальпованих пухлин, в так званій доклінічній фазі їх розвитку, тому мамографія стала невід'ємною частиною в масових профілактичних дослідженнях для виявлення ранньої стадії раку МЗ. Небагато напрямків рентгенології так залежать від технічного оснащення, як мамографія. Необхідною умовою стандартизації процесу є єдинна мамо-графічна система:

- високоякісний мамограф з сучасним молібденовим анодом та фільтром;
- комбінація екран/плівка;
- проявочна машина зі спеціальними реактивами;
- спеціально навчений рентгенолаборант;

- спеціаліст з променевої діагностики МЗ;
- регулярний постійний контроль якості мамограм.

Всі сучасні мамографи мають молібденовий анод, який дозволяє отримати висококонтрасне зображення при меншому дозовому навантаженні м'яким спектром випромінювання. Використання молібденового фільтру дозволяє розділити м'яке та жорстке випромінювання, що також збільшує контрастність зображення.

Адекватна компресія МЗ забезпечує майже однорідну товщину об'єкту, що зменшує розсіювання пучка випромінювання, знижує дозу випромінювання та покращує чіткість зображення на мамограмах. Використання дозованої компресії дозволяє аналізувати контури, щільність утворення, виявляти зірчасті структури, наявність та локалізацію мікрокальцинатів.

Методика проведення мамографічного обстеження та чітке виконання технологічного процесу мають вирішальне значення.

#### **Матеріали та методи**

В повідомленні відображенні результати мамографічного обстеження 300 пацієнтів, які проходили диспансеризацію на базі ГВМКЦ «ГВКГ» в віці від 25 до 70 років після попереднього обстеження у гінеколога.

#### **Результати**

В результаті проведення стандартного мамографічного обстеження, яке включає виконання знімків лівої та правої МЗ в прямій краніо-каудальній та косій медіо-латеральній проєкціях були виявлені: фіброзно-норицева мастопатія (110 пацієнтів), фіброаденоз (43 пацієнта), фіброаденоматоз (74 пацієнта), одиночна нориця МЗ (13 пацієнтів), фіброаденома МЗ (49 пацієнтів), непальпований рак МЗ (8 пацієнтів), гинекомастія (3 пацієнта).

#### **Висновки**

Таким чином, мамографія є достатньо ефективним методом виявлення непальпованих утворень МЗ, визначення розповсюдження пухлинного процесу та, в комплексі з УЗД МЗ, способом диференційної діагностики характеру виявлених утворень.

Ключові слова: маммографія, молочна залоза (МЗ).

УДК 612.127

### **МЕТОД НЕІНВАЗИВНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСГЕМОГЛОБІНІВ**

*Безугла Н.В., Тимчик Г.С., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Основною функцією гемоглобіну є транспортування до всіх ділянок живого організму кисню, що переноситься еритроцитами, вступаючи в хімічний зв'язок з гемоглобіном (Hb) і створюючи легко дисоціююче з'єднання оксигемоглобін (HbO<sub>2</sub>). Неінвазивні методи контролю рівня сатурації крові киснем (SpO<sub>2</sub>) базуються на використанні оптичного випромінювання в якості інформативного си-

гналу, котрий змінює свої параметри в результаті поглинання на молекулах гемоглобіну. Оскільки не всім формам гемоглобіну властива здатність переносити кисень (карбоксигемоглобін  $\text{HbCO}_2$ , метгемоглобін  $\text{HbMet}$ ), то існує необхідність диференціювати оптичний сигнал за поглинаючими властивостями окремих форм гемоглобіну (дисгемоглобінів).

Найбільш точним та найпоширенішим методом неінвазивного визначення рівня насичення крові киснем є пульсоксиметрія, що полягає у визначенні відношення оксигемоглобіну ( $\text{HbO}_2$ ) та суми відновленого дезоксигемоглобіну ( $\text{RHb}$ ) та оксигемоглобіну ( $\text{HbO}_2$ ). Даний показник є справедливим лише в тому випадку, коли частка дисгемоглобінів незначна. Присутність в крові дисгемоглобінів у великій кількості призводить до зміщення кривої дисоціації оксигемоглобіну і може зумовити неправильність висновків про розвиток гіпоксії на підставі рівня  $\text{SpO}_2$ .

Вплив дисгемоглобінів на положення кривої дисоціації оксигемоглобіну і, відповідно, на процес віддачі кисню тканинам та розвитку гіпоксії має важливе значення в ряді клінічних досліджень: при моніторингу пацієнтів з опіками, інтоксикацією, в сучасній реанімації немовлят.

Авторами запропоновано метод неінвазивного дослідження рівня сатурації крові киснем з урахуванням дисгемоглобінів, що базується на аналізі спектрів поглинання чотирьох форм гемоглобіну (дезоксигемоглобіну, оксигемоглобіну, карбоксигемоглобіну, метгемоглобіну). Випромінювання від джерел направляється на біологічну тканину, далі потрапляє у кров, де його частина поглинається частками гемоглобіну, деяка розсіюється назад і виходить з біологічної тканини та реєструється фотоприймачем.

Ключові слова: пульсоксиметр, сатурація, оксигемоглобін, дезоксигемоглобін, дисгемоглобін.

УДК 681.78

## НЕІНВАЗИВНЕ ВИМІРЮВАННЯ БІЛІРУБІНУ ТА ГЕМОГЛОБІНУ В КРОВІ ЛЮДИНИ

*Копилова І.А., Краснов В.М., Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Такі важливі параметри крові як білірубін і гемоглобін досліджують фотокolorиметричними методами, для чого пробу крові центрифугують, в отриману сироватку крові додають спеціальні реагенти і за ступенем забарвлення розчину судять про концентрацію речовин, що досліджуються. При цьому використовуються оптичні методи із застосуванням вузькосмугових інтерференційних фільтрів. Інвазивні методи характеризуються високою точністю аналізу, проте вони вимагають багато часу, спеціального устаткування та хімічних реактивів і, що головне, супроводжуються взяттям крові, яке при неякісній дезинфекції ін-

струментів може призвести до інфікування гепатитом, СНІДом та ін. захворюваннями.

Тому в сучасній світовій медицині велику роль приділяють неінвазивним методам діагностики, які дозволяють визначити концентрацію речовин, що досліджуються експрес-аналізом. На сьогоднішній день, із патентно-інформаційного пошуку, відомі оптико-електронні прилади типу переносних спектрофотометрів для якісного і кількісного вимірювання, або гемоглобіну, або білірубину.

Запропоновано новий принцип побудови приладу («Гемобілі-тест»), який дозволяє вимірювати і гемоглобін і білірубін. При вимірюванні білірубину ( $\lambda = 0,46\text{мкм}$ ) в якості опорного використовуємо гемоглобін ( $\lambda = 0,55\text{мкм}$ ), а при визначенні гемоглобіну - будь-яку ін. довжину хвилі, де поглинання білірубину і гемоглобіну не даються взнаки. З цією метою в якості джерела світла використовується широкосмужне випромінювання лампи-спалаху. А так як УФ-випромінювання лампи може викликати флюоресценцію шкіри, близьку до  $\lambda = 0,46\text{мкм}$ , то в оптичній схемі використовуємо смуговий світлофільтр, який вирізає УФ складову. Випромінювання від лампи-спалаху потрапляє на шкіру пацієнта, де поглинається, частково відбивається і розсіюється. Відбитий світловий потік по приймальному каналу потрапляє через три інтерференційні фільтри на лінійний фото-чутливий ПЗЗ.

Особливістю оптичної системи приладу є те, що вона нерухома, а на її торці застосована гнучка бледа. При вимірюванні білірубину бледа притискається до шкіри пацієнта і при навантаженні не більше 400 г спрацьовує лампа-спалах; при визначенні гемоглобіну – її притискають з мінімальними зусиллями. Обробка інформації виконується на мікроконтролері фірми «Мікрочіп» з реєстрацією інформації на РК індикаторі.

Ключові слова: білірубін, гемоглобін, мікроконтролер, неінвазивне вимірювання.