

СЕКЦІЯ 6

БІОМЕДИЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 612.22: 616.152.21

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ БАГАТОКАНАЛЬНОЇ ТРАНСКУТАННОЇ КИСНЕМЕТРІЇ

Воронов С.О., Івченко П.О.

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

E-mail: s.voronov@kpi.ua, polina.mityi@i.ua

Кисень є одним з важливих показників, який дозволяє неінвазивно отримувати діагностичну інформацію та за допомогою транскутанної киснеметрії визначати pO_2 (парціальний тиск кисню) в підшкірних тканинах. Також кисень – невід’ємний компонент окислювально-відновних реакцій, при цьому на катоді іде відновлення, а на аноді – окислення іонів. Вперше транскутанні (через шкіру) вимірювання pO_2 були проведені у 1951 році [1]. В 1953 році Л. Кларк запропонував використовувати в сенсорах закрити систему електродів. Завдяки використанню проникної для газів мембрани, селективність кисневого електрода різко зростає. Аніони не можуть проникати через мембрану та забруднювати електроди, що збільшує термін служби та стабільність сенсорів. Це призвело до широкого використання амперометричних методів в медицині та техніці [2].

Перевагою транскутанної киснеметрії є те, що значення отриманні транскутанно і з артерії мають велику вірогідність, між ними висока кореляція. Інформація отримана за допомогою транскутанної киснеметрії має велику цінність та є актуальною.

За допомогою транскутанної киснеметрії можливе обстеження великої кількості людей при різних захворюваннях організму. На даний момент найбільшу загрозу для людства становлять серцево-судинні захворювання, тому контроль стану судин організму є важливим завданням. Вирішення даної задачі лише за допомогою сенсора кисню вимагає багато часу. Розширити переваги даного методу можливо лише з використанням багатоканальних засобів, а саме прискорити пошук за допомогою матриці, на якій розташовані сотні сенсорів кисню. Проблема створення матричного сенсора є актуальною і ніде в світі повністю не вирішена, що надає можливість продовжувати дослідження в даному напрямку по створенню багатоканальних матриць сенсорів кисню. Використання даних матриць дозволяє отримувати інформацію в підшкірних тканинах з подальшою її обробкою, що дає можливість дослідити функціональний стан організму. Транскутанна киснеметрія допоможе лікарям визначати різні захворювання на ранніх стадіях.

Перелік посилань

1. Зеленский М.И. Полярографическое определение кислорода в исследованиях по

фотосинтезу и дыхания / М.И. Зеленский. – Л.: Наука, 1986. – 140 с.

2. Воронов С.О., Голець П.О. Амперометричні кисневі електроди // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції. Актуальні питання біологічної фізики та хімії. БФФХ. – м. Севастополь, СевНТУ. – 2012. - С. 61-62.

Ключові слова: кисень, парціальний тиск кисню (pO_2), підшкірна тканина, кореляція, транскутанна киснеметрія, сенсор кисню.

УДК: 616.12-008:612.085:612.06

НЕІНВАЗИВНИЙ ПОКАЗНИК ЧАСУ ЛОКАЛЬНОЇ СЕГМЕНТАРНОЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ЗАТРИМКИ ЯК ДОДАТКОВИЙ КРИТЕРІЙ ПРИ ОЦІНЦІ ДИСИНХРОНІЇ

²⁾Захарчук Н. В., ^{1,2)}Білінський Є.О., ¹⁾Бацак Б.В.

¹⁾Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України,

²⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна

E-mail: natalee_zakh@ukr.net

Актуальність. Складна природа електричної і механічної дисинхронії шлуночків серця та механізм позитивного ефекту кардіоресинхронізаційної терапії (КРТ) залишаються до кінця невивченими. Зокрема, механізм позитивного ефекту від КРТ при нерозширеному комплексі QRS може пояснюватись тільки наявністю електромеханічної дисоціації. Для кількісної її оцінки нами запропонований новий неінвазивний показник часу локальної сегментарної електромеханічної затримки (СЕМЗ).

Мета роботи. Провести аналіз параметрів локальної СЕМЗ при зміщенні і деформації стінок лівого шлуночка (ЛШ) в радіальному і циркулярному напрямках.

Матеріали та методи. Обстежено 30 дітей (вік 9-13 років), 20 кваліфікованих спортсменів (вік 20-25 років), 12 пацієнтів з обструктивною гіпертрофічною і 10 з дилатаційною кардіоміопатіями (ОГКМП і ДКМП).

На векторелектрокардіограмі (ВКГ) знаходили моменти збудження стандартних сегментів ЛШ. Далі за допомогою ехокардіографічної методики «speckle tracking» визначали моменти піків кривих зміщення і деформації аналогічних сегментів. Час локальної СЕМЗ вираховувався від моменту збудження кожного сегменту до піку кривої зміщення чи деформації.

Для узгодження в часі анатомічного сегменту ЛШ з моментом його збудження, записаного ВКГ петлями в ортогональній системі координат відносно тіла пацієнта використовувалась просторова реконструкція сегментів міокарду ЛШ, отримана в результаті сегментації DICOM зображень, отриманих за допомогою комп'ютерної томографії (КТ).

Результати. Відмічено чітку тенденцію до збільшення значень показника локальної СЕМЗ при радіальній і циркулярній деформації (до 447 мс у дітей і 482 мс у спортсменів) в базальних сегментах ЛШ і до зменшення локальної

СЕМЗ при радіальному зміщенні у апікальних сегментах (до 312 мс у дітей та 314 мс у спортсменів). Значне збільшення локальної СЕМЗ (до 660 мс) з вираженою дисинхронією і дискоординацією виявлено у пацієнтів з ДКМП. Значення показника локальної СЕМЗ (510 мс) при ГКМП (з вираженою гіпокінезією) було вищим, ніж у здорових суб'єктів.

Висновки. Показник локальної СЕМЗ дозволяє пояснити виявлену відсутність чіткого синхронізму між електричними і механічними процесами, і може бути використаний як додатковий критерій оцінки дисинхронії.

УДК: 621.6.021

СКРИНІНГ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ НА ЗАСАДАХ АНАЛІЗУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ДИХАЛЬНОЇ ПРОБИ

Зубчук В. І., Якимчук В. С., Процько Т.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

E-mail: grany@meta.ua, viktoria.iakymchuk@gmail.com, tatienna.protsko@gmail.com

Використання програмно-апаратного комплексу для аналізу хімічного складу повітря з метою оцінки функціонального стану серцево-судинної системи (ССС) дозволило зібрати базу даних з обстежуваними, яким діагностовано серцево-судинні захворювання (ішемічна хвороба серця (ІХС), мітральний стеноз клапану (МС), стеноз аортального клапану (САК)) профільними лікарями, та практично здоровими особами. Клінічний матеріал дослідження розділено на дві гендер-однорідні вікові групи (Зрілий вік – 118 чоловіків та 53 жінки, Похилий вік – 103 чоловіка та 72 жінки).

До масиву досліджуваних ознак, що характеризують обстежуваних, входять значення показників певного набору електрохімічних сенсорів, портрет яких характеризує функціональний стан ССС людини. На засадах аналізу газового портрету відбувається розпізнавання діагнозу обстежуваного. Доведено, що різниці показників у вікових групах статистично значимі та залежать від діагнозу. Тому в подальших дослідженнях вікові групи аналізувалися окремо.

Одним з етапів обробки даних є математичне моделювання процесу розпізнавання патології ССС. Побудовані математичні моделі допомагають прогнозувати приналежність досліджуваних осіб до групи практично здорових або хворих з розділенням по діагнозам. Для визначення найкращої математичної моделі обрано три метода побудови: дискримінантний аналіз, бінарна логістична регресія та метод групового урахування аргументів.

В математичну модель примусово включались показники сенсорів, що найбільш тісно корелюють з явним патологічним процесом (відомим діагнозом). З метою оцінки точності даного діагностичного тесту розрахована доля пацієнтів з нормальним (практично здорові) та патологічним (хворі

обстежувани) станом, що правильно діагностовано цим тестом. У таблиці наведені результати класифікації за допомогою дискримінантного аналізу.

	Діагноз	Розпізнавання (%)	Чутливість	Специфічність
Зрілий вік	ІХС	91,60%	0,845	1
	МС	89,90%	0,878	0,984
	САК	80,00%	0,720	0,812
Похилий вік	ІХС	89,50%	0,760	0,805
	МС	78,60%	0,730	0,680
	САК	79,90%	0,746	0,705

Ключові слова: газова проба, хімічні сенсори, серцево-судинна система, повітря.

УДК 616.233

СКРІНІНГ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕЛЕКТИВНИХ ГАЗОАНАЛІЗАТОРІВ

Зубчук В. І., Якимчук В. С., Шатохіна К.С.

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

E-mail: grany@meta.ua, viktoria.iakymchuk@gmail.com, ksuxa200@mail.ru

Успішність лікування захворювань у великій мірі залежить від своєчасного їх діагностування. Тому особливої актуальності набуває проведення обстеження населення з метою оцінки функціонального стану і завчасного виявлення патологічних відхилень. Найбільш поширеним методом дослідження стану людини є взяття та біохімічний аналіз крові. Альтернативою такому методу може стати неінвазивний метод, який ґрунтується на аналізі концентрацій молекул у повітрі, що видихає людина. Установлено, що у повітрі видиху людини міститься більше, ніж 600 різних з'єднань, з яких біля 20 з них можуть бути біомаркерами декотрих захворювань. Тому є актуальною задачею створення засобів неінвазивного експрес-аналізу кількісного складу біомаркерів у видиху людини, що обстежується.

На кафедрі біомедичної інженерії створений лабораторний зразок пристрою для біохімічного експрес-аналізу видиху людини. Робота пристрою ґрунтується на використанні селективних електрохімічних сенсорів амперометричного типу. Велика кількість типів таких сенсорів розроблена на кафедрі електрохімічних виробництв НТУУ «КПІ». Амперометричні сенсори генерують струм, величина якого пропорційна концентрації відповідних газових компонентів у видиху обстежуваного. Аналіз якісного складу біомаркерів дозволяє зробити висновок, що найбільш придатними для таких експрес-аналізаторів з усієї номенклатури є сенсори, чутливі до газів: O₂, CO, CO₂, NO, NO₂, H₂S, HF. Лабораторна установка дозволяє оперативно визначати відгуки сенсорів на пробу повітря, перетворювати отримані сигнали у цифрову форму,

реєструвати дані вимірювань у базі даних, статистично обробляти та класифікувати отримані дані.

Для оцінки функціонального стану, а також для визначення запасу адаптивних резервів людини крім біохімічного аналізу складу видиху необхідно досліджувати реакцію основних фізіологічних параметрів людини на дозоване фізичне навантаження. Такими фізіологічними параметрами є систолічний (AS) та діастолічний (AD) артеріальний тиск і частота пульсу (F) до (AS₁, AD₁, F₁) і після (AS₂, AD₂, F₂) дозованого навантаження. Дані вимірювання одночасно зміни концентрацій газових компонентів у пробах видиху дозволяють отримати кількісну оцінку функціонального стану і запасу адаптивних резервів обстежуваного за допомогою запропонованого комплексного критерія. Описана методика з визначенням відповідних кластерів апробована на однорідній групі з 25 осіб.

Ключові слова: функціональний стан, функціональна проба, електрохімічні сенсори, адаптивні резерви.

УДК 62-5

ТЕРМОСТАТОВАНА КАМЕРА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ

Котовський В.Й., Довженко О.П., Скринський О.В.

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

E-mail: kotovsk@kpi.ua, dovzhenkoa@ukr.net, skrynsky@gmail.com

При дослідженні біологічних середовищ (БС) часто виникає задача підтримання їх постійної температури. Для вирішення цієї задачі авторами була розроблена та виготовлена термостатована камера (ТК) - пристрій, в якому розташовані комірка з досліджуваним біологічним об'єктом, а також оптична і юстировочна системи оптичного мікроскопа. Температура в ТК підтримується незмінною (біля 37°C).

Це надає можливість:

- по-перше, створювати нормальні температурні умови для підтримки життєдіяльності досліджуваних БС.

- по-друге, відпадає необхідність постійного контролю і регулювання різкості в оптичній системі мікроскопа при проведенні тривалої зйомки процесів, що спостерігаються, а саме, при постійній температурі зводиться до мінімуму зсув оптичних елементів після початкового регулювання, що виникає через зміну лінійних розмірів регульованих елементів при їхньому нагріванні або остиганні.

Для вирішення поставленої задачі були розглянуті різноманітні варіанти побудови ТК. Оптимальним був визнаний варіант доопрацювання штатних пілозахисного кожуха і піддона мікроскопа з введенням у їх конструкцію

теплоізоляційних матеріалів для зменшення теплопередачі зсередини термокамери в навколишнє середовище протягом від 2 до 2,5 годин з моменту вмикання. Блок-схема розробленої ТК представлена на рисунку 1.

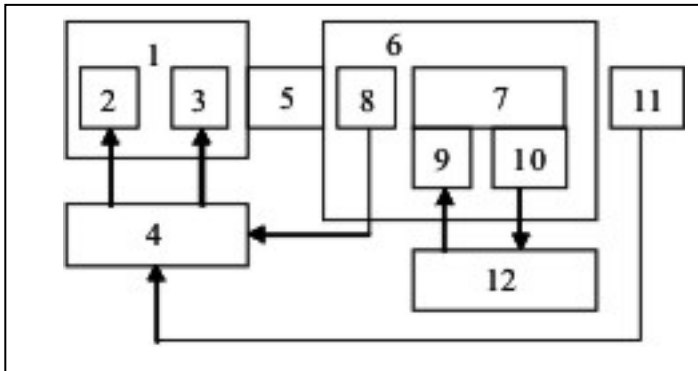


Рисунок 1. Блок-схема ТК для дослідження БС: 1 – тепловентилятор; 2 – двигун вентилятора; 3 – нагрівач; 4 – пристрій управління тепловентилятором; 5 – повітропровід; 6 – кожух термостата мікроскопа; 7 – комірка; 8, 10, 11 – датчики температури; 9 – нагрівач; 12 – пристрій регулювання температури комірки

Ключові слова: біологічне середовище, термостатована камера, оптичний мікроскоп.

УДК 616-7

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Осадчий О.В.

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

E-mail: medprilad@ukr.net

На сьогодні ринок медичного обладнання представлений безліччю нових розробок пульсоксиметрів, як зарубіжного виробництва, так і вітчизняного. Слід зазначити що деякі прилади обмежені функціональними можливостями програмного забезпечення, що поставляються в комплекті з пульсоксиметрами. Є можливість запису в базу даних тільки значення оксигенації крові і частоти серцевих скорочень, а параметри кривих фотоплетизмограми (ФПГ) не вивчаються, проте вони досить інформативними.

Розробка програмного забезпечення з розширеними можливостями є актуальною і дозволить розширити функціональні можливості приладу, тобто проводити обробку параметрів ФПГ в режимі реального часу. Це дозволить швидко і без використання зайвої апаратури визначати функціональний стан організму людини.

Метою роботи є розробка алгоритмів і програмного забезпечення, яке дозволяє ефективно обробляти і реєструвати різні параметри ФПГ людини.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

1. Вибір необхідних параметрів для дослідження фотоплетизмограми.
2. Обґрунтування вимог до програмного комплексу реєстрації та обробки даних фотоплетизмограми людини.
3. Розробка методики обробки результатів параметрів фотоплетизмограми,

шляхом створення алгоритму, який забезпечить більш точні вимірювання і їх ефективну обробку.

4. Створення програми на основі розробленого алгоритму для реєстрації та обробки фотоплетизмограм.

5. Апробування розробленого програмного комплексу.

Програмне забезпечення, що розробляється, дасть змогу лікарям прогнозувати рівень адаптації людини до навантажень, що може бути використано при профвідборах та у лікувальних закладах при реабілітації. Це прогнозування реакцій організму людини до різних видів навантажень на організм пацієнта. Що є дуже актуальним під час тренувань у спортсменів або буденної роботи працівників. Адже, це дасть змогу виявлення на початковому етапі різних захворювання і вчасного їх вилікування.

Перелік посилань

1. Тимчик Г.С. Вибір показників фотоплетизмограми для контролю адаптаційного статусу людини при магнітолазерної терапії / Г.С.Тимчик, М.В.Філіппова, О.В.Осадчий, А.С.Пономаренко, А.В.Стецька // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2014. - Том 2, № 9 (68). - С. 14-18.

Ключові слова: пульсоксиметр, фотоплетизмограма, програмне забезпечення.

УДК 681.518.3: 535.243.2

ЗАСІБ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ УШКОДЖЕНЬ БІОТКАНИН НА ОСНОВІ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ КОЛЬОРУ ДЛЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ СУДОВО-МЕДИЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

*Петрук В.Г., Кватернюк О.Є., Кватернюк С.М., Колесник Т.В., Попапенко О.В.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна
E-mail: petrukv@gmail.com*

У роботі розроблено структурну схему та макетний зразок засобу діагностування поверхневих ушкоджень біотканин на основі вимірювань параметрів кольору для прикладних задач судово-медичної експертизи. Пристрій містить джерело випромінювання з яким оптично з'єднано дифузний розсіювач, об'єкт діагностування чи контролю та шкалу зразків кольорів. Об'єкт з'єднано з входом CCD-камери, яка через мікроконтролерний реєструючий пристрій під'єднана до блоку розрахунку параметрів кольору елементів зображення в системі координат кольору XYZ та LAB з автокалібруванням. Вихід блоку розрахунку параметрів кольору під'єднано до блоку визначення найближчого кольору зі шкали зразків кольорів для кожного елементу зображення, який під'єднано до проблемно-орієнтованої експертної системи на основі нечіткої логіки, що дозволяє визначити медико-біологічні параметри ушкодження.

У якості джерел освітлення зі спектром, що відповідають рекомендованому МКО стандартному джерелу освітлення (D65, А чи F11) використано: джерело

D65 – ксенонову лампу білого світла, що відповідає природному денному світлу з корельованою колірною температурою $T = 6500$ К; джерело А – вольфрамову лампу розжарювання з $T = 2856$ К; джерело F11 – білу флуоресцентну лампу з корельованою колірною температурою 4000 К. У якості дифузного розсіювача застосовано інтегруючу сферу діаметром 300 мм з діаметром робочого отвору 50 мм, який прикладається впритул до об’єкту діагностування (біотканини шкіри) і не допускає засвічування біотканини зовні стороннім освітленням. Інтегруюча сфера виготовлена з алюмінію та покрита всередині сульфатом барію, що не змінює спектральні характеристики джерела освітлення. У якості фотоприймача використовуємо CCD камеру DCM300. У макетній версії засобу діагностування реєстрацію та обробку зображень здійснимо за допомогою персонального комп’ютера, підключеного до ПЗЗ камери подається до через USB порт. Визначено рівняння перетворення інформативного сигналу у вимірювальному каналі засобу діагностування, що дало можливість оцінити інструментальну складову похибки вимірювань. Оцінено можливі значення складових похибки вимірювання часу нанесення травми за допомогою розробленого засобу. Встановлено, що загальна похибка вимірювань не перевищує 0,98 %.

Ключові слова: цифрова колориметрія, біотканини шкіри людини, судово-медична експертиза.

УДК 615.847.8-72

АДАПТИВНИЙ СПОСІБ ІМПУЛЬСНОЇ МАГНІТОТЕРАПІЇ

Рудик В.Ю., Терещенко М.Ф.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна
E-mail: rudikval88@mail.ru*

З метою підвищення лікувальної ефективності магнітотерапії запропоновано спосіб адаптивної імпульсної магнітотерапії [1], що реалізує принцип адаптивного керування сигналом зворотного зв’язку з врахуванням реакції організму людини на вплив магнітного поля (МП) протягом сеансу магнітотерапії з введеними вимірювачами артеріального тиску і пульсу та сатурації. Реалізація зворотного зв’язку під час процесу впливу імпульсного МП на пацієнта відбувається шляхом вимірювання магнітної індукції та температури $T^{\circ}\text{C}$ на ділянці тіла пацієнта в зоні дії МП під час сеансу магнітотерапії. Одночасно до, під час та після процедури магнітотерапії вимірюють значення параметрів артеріального тиску, частоти серцевих скорочень та сатурації в ділянці біологічної тканини, що найближче розташована до зони впливу діючого МП. Прогнозований лікувальний ефект визначається біотропними параметрами МП та залежить від ймовірності ефекту звикання до дії МП під час сеансу магнітотерапії.

Критерій лікувальної ефективності визначається за формулою [2]:

$$E_a = \sum_{j=1}^n P_{ij} \cdot (1 - P_a) / (\sum_{j=1}^n P_{ij} + P_a),$$

де n - число самостійних елементів апарату, P_{ij} - ймовірність успішного виконання j -м елементом i -ї функції, $P_a = e^{-\lambda \cdot t}$ - ймовірність прояву ефекту звикання, де $\lambda = (N - N_a) / (N \cdot \Delta t)$ - інтенсивність ефекту, N - загальна кількість процедур, N_a - кількість процедур, що не приводять до підвищення лікувального ефекту, Δt - тривалість кожної процедури лікування МП.

Критерії лікувальної ефективності МТА без зворотного зв'язку "Полюс-4" та "МИТ-МТ" складають, відповідно, 19,2% та 23,6%. Реалізація адаптивного зворотного зв'язку в апараті магнітотерапії "МИТ-МТ" дозволить підвищити лікувальну ефективність в 2,27 рази та досягнути $E_a = 53,6\%$.

Перелік посилань

1. Заявка на патент України № u201411483 МПК А61N 2/04 (2006/01) Спосіб адаптивної імпульсної магнітотерапії / Терещенко М.Ф., Рудик В.Ю., Рудик Т.О.
2. Шликов В.С. Комп'ютерний комплекс адаптивної імпульсної магнітотерапії : автореф. дис. на здобуття наук. степені к. техн. наук / В.С. Шликов. – 2004. – 19 с.

Ключові слова: магнітне поле, магнітотерапія, лікувальна ефективність.

УДК 338.51

СИСТЕМА АВТОБАЛАНСУВАННЯ КАТАЛКИ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ХВОРОГО

Симонюк В.П., Лук'янчук Ю.А.

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

E-mail: Lukas2287@yandex.ru

Сучасний стан конструювання медичної техніки і апаратури залежить від високої кваліфікації інженерів та використання новітніх технологій.

Медична каталка - медичне обладнання для транспортування пацієнта всередині відділення, лікарні або для міжлікарняного транспортування (реанімобілем, на вертольоті, на літаку). Сучасна медична каталка являє собою висотехнологічний виріб, до особливостей якого відносяться: п'яте додаткове колесо, що забезпечує прямолінійний рух; рентгенпрозора стільниця (можливість зробити рентгенівський знімок не перекладаючи пацієнта); гідравлічне регулювання висоти; антистатичні легкомиючі матраци; система центрального гальма, керована з будь-якого з чотирьох коліс; дуги безпеки з боків каталки.

Проблема автобалансування медичної каталки є актуальною і новою, оскільки в процесі транспортування завжди існує не рівна поверхня, по якій відбувається пересування пацієнта.

За основу було взято систему стабілізації електросамокату Segway. Технологія Dynamic Stabilization (динамічна стабілізація) дає можливість

вимірювати критичне балансування при зміні положення. Тут є 2-ва типи датчиків: гіроскопічний та рідинний (два інклінометра - датчики кута нахилу та три MEMS - акселерометри - датчики кутової швидкості).

Конструкція інклінометра є наступною: у вигнутий герметичний корпус, з кераміки або скла, залитий рідкий електроліт так, щоб у ньому залишилась повітряна бульбашка. У корпус введені електроди: у центрі та на кінцях корпусу. Коли корпус знаходиться точно в горизонтальному положенні, а повітряна бульбашка - над центральним електродом, то електричні опори між електродами однакові. Ці електричні опори включені в плечі мостової схеми, вихід якої з'єднаний з операційним підсилювачем. При рівності опорів міст збалансований, і сигнал на виході дорівнює нулю. Якщо сенсор нахилиється, то повітряна бульбашка зміщується убік. Електричний опір між електродами змінюється. Баланс мостової схеми порушується, і на її виході з'являється сигнал тієї чи іншої полярності, величина якого пропорційна куту нахилу. Щоб виключити вплив поляризації електроліту, для балансування мостової схеми і для її живлення використовують змінний струм.

Використання системи автобалансування медичної каталки дозволяє домогтись пересування хворого без зміни його положення тіла, а отже і без додаткових пошкоджень під час його транспортування.

Перелік посилань

1. А. Ф. Алейников, В. А. Гридчин, Н. П. Цапенко. Датчики (перспективные направления развития): Учеб. пособие / Под ред. проф. М. П. Цапенко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001 – 176 с.
2. Дж. Фрайден. Мир электроники. Современные датчики: Справочник / Под. ред.. Е. Л. Свинцова. – Москва: Изд-во Техносфера, 2005 – 587 с.
3. Аш. Ж. с соавторами. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Кн. 2. Пер. с франц. – М.: Мир, 1992 – 424 с.
4. Распанов В. Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007 - 400 с.
5. Бороздин В. Н. Гироскопические приборы и устройства систем управления: Учеб. пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1990 – 272 с.
6. Кашкаров А. П. 500 схем радиолюбителей. Электронные датчики. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: Наука и техника, 2008 – 288 с.

Ключові слова: автобалансування, інклінометр, медична каталка.

УДК 681.518.3: 535.243.2

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ЦИФРОВОЇ КОЛОРИМЕТРІЇ ПОВЕРХНЕВИХ УШКОДЖЕНЬ БІОТКАНИН ДЛЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ СУДОВО-МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

¹⁾Петрук В.Г., ¹⁾Кватернюк О.С., ¹⁾Ясинська В.А., ¹⁾Кушніренко О.М., ²⁾Моканюк О.І.

¹⁾Вінницький національний технічний університет,

²⁾Вінницький національний медичний університет ім. М.І.Пирогова, м. Вінниця, Україна

E-mail: petrukvg@gmail.com

На основі результатів моделювання переносу випромінювання у приповерхневих шарах неушкодженої інтактної та поверхнево пошкодженої

біотканини шкіри, а також зміни координат кольору цих біотканин у системі координат кольору XYZ та LAB, можна зробити висновок, що вони дають необхідну інформацію про стан при поверхневої структури біотканин. Порівняння розподілу координат кольору в межах ушкодженої ділянки з урахуванням параметрів кольору неушкодженої інтактної біотканини шкіри довкола дозволяє більш точно діагностувати її біофізичні параметри відповідно прикладних задач судово-медичної експертизи.

Для підвищення достовірності діагностики пропонується вдосконалити метод цифрової колориметрії поверхневих пошкоджень біотканин для прикладних задач судово-медичної діагностики. Здійснюється вимірювання просторового розподілу координат кольору ушкодженої ділянки біотканини шкіри у системі координат кольору XYZ та LAB, за умов дифузного освітлення стандартним джерелом освітлення (D_{65} , A чи F_{11}), використанні однотипної CCD-камери, незмінної геометрії вимірювання, фіксованої відстані до об'єкта діагностики, кутової апертури для спостерігача 10° . Причому при вимірюванні координат кольору в системі XYZ здійснюється автокалібрування відносно сульфат-барієвого еталону, а при перерахунку в координати кольору в системі LAB координати кольору ідеального розсіювача, що визначають центр системи координат замінено на координати кольору для нормальної інтактної біотканини шкіри довкола ураженої ділянки. Координати кольору в кожній точці зображення ушкодженої ділянки біотканини шкіри залежать від об'ємного вмісту крові та основних хромофорів у приповерхневому шарі біотканини шкіри, що дозволяє визначити медико-біологічні параметри ушкодження – абсолютні геометричні розміри ушкодженої ділянки біотканини шкіри в см^2 ; відносні розміри кожної із зон ушкодженої ділянки біотканини шкіри в %, що відрізняються за кольором; час, який пройшов з моменту нанесення ушкодження в годинах.

Крім того, для прикладних задач судово-медичної діагностики необхідно документально зареєструвати ушкодження біотканини шкіри за допомогою цифрової фотографії судово-медичним експертом відповідно до чинної методики, що потім може бути використано у якості доказової бази.

Ключові слова: цифрова колориметрія, біотканини шкіри людини, судово-медична експертиза.

УДК 535.2:616-71

ОСЬОВА АНІЗОТРОПІЯ РОЗСІЮВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ

Безугла Н.В.

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

E-mail: myhkam@rambler.ru

Типовими методами для дослідження анізотропії розсіювання біологічних середовищ є гоніометричні [1], що визначають індикатрису багатократного

розсіювання або фазову функцію однократного розсіювання в одній площині.

У даній роботі проведено аналіз осьової анізотропії, визначеної в окремих перетинах фотометричного зображення, отриманого методом дзеркальних еліпсоїдів обертання [2].

Дослідження проводились на зразках різної товщини м'язової тканини свині та курки у відбитому світлі *in vitro*.

За допомогою програмних продуктів «BMP to TXT» та «Gnuplot» отримані зображення були переведені в просторові графіки (Рис.1,а, 1.б), що характеризують яскравість кожної точки зображення в залежності від координати x та y , та зроблено перетини в чотирьох площинах (Рис.1.в – 1.е).

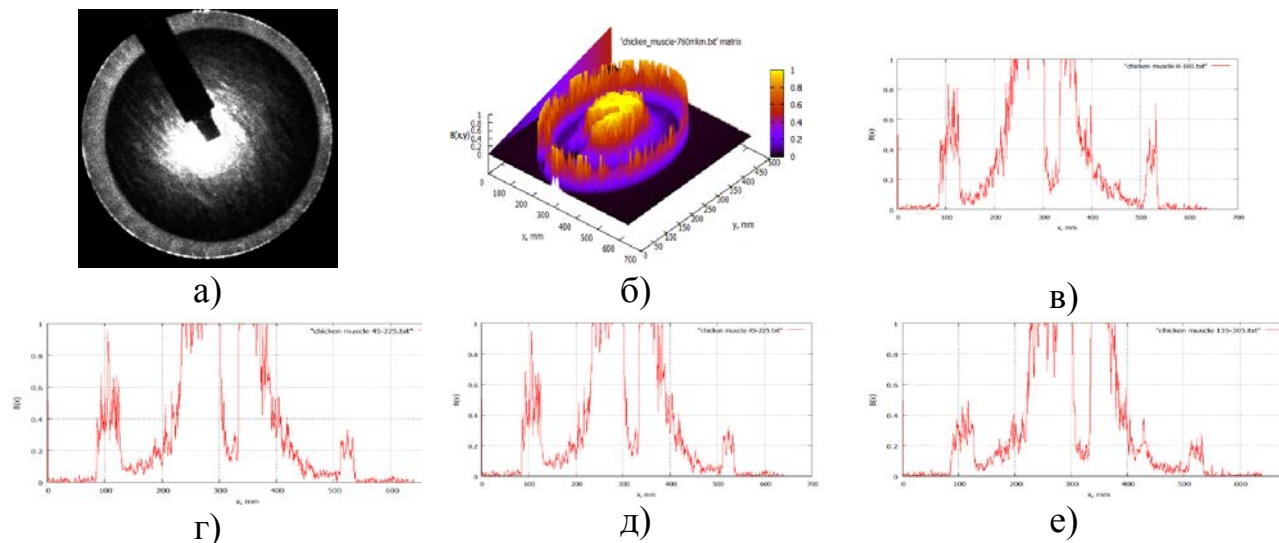


Рисунок 1. Розподіл яскравості розсіяного назад світла грудних м'язів курки товщиною $0,76 \pm 0,02$ мм: а) зображення та б) загальний розподіл яскравості; в), г), д), е) – яскравість за перетинами 0° - 180° , 45° - 225° , 90° - 270° , 135° - 315° , відповідно

З отриманих графіків видно, що розподіл яскравості для зразків біологічних середовищ в різних перетинах різних.

Тому при гоніометричних дослідженнях, на підставі яких визначається величина фактору анізотропії g , отримаємо суттєву похибку, що при подальшому вирішенні рівняння переносу випромінювання одним з чисельних методів призведе до недостовірних даних.

Перелік посилань

1. N. V. Bezuglaya, M. A. Bezuglyi, “Spatial Photometry of Scattered Radiation by Biological Objects”. Proc. SPIE 9032-15, V2, p.Q1-Q5, August 2013.
2. M. A. Bezuglyi, N.V. Pavlovets, “Optical biometry of biological tissues by ellipsoidal reflectors”, Proc. OSA-SPIE 8798, May 2013.

Ключові слова: анізотропія розсіювання, еліпсоїдальні рефлектори, просторова фотометрія.

УДК 615.84

АДАПТОВАНІ АВТОМАТИЗОВАНІ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНІ АПАРАТИ

¹⁾Терещенко М.Ф., ²⁾Чухраєв М.В.

¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,

²⁾ТОВ «Науково-методичний центр «Медінтех», м. Київ, Україна

E-mail: rudikval88@mail.ru

Світові тенденції розвитку інтелектуальної фізіотерапевтичної апаратури (ІФТА) пов'язані з процесами адаптації до біологічного середовища та автоматизації в виборі режимів і параметрів дії під час фізіопроцедури. Характерною рисою цих тенденцій є автоматизовані налаштування режимів фізіотерапевтичного впливу під стан пацієнта.

Суттєва частина ІФТА використовує дію механічних, акустичних коливань та вплив декількох компонентів і складових магнітного поля, а інтегральним параметром оцінки стану пацієнта являється температура $T(t)$ локальної зони дії та точний контроль вихідних параметрів впливу.

Серед таких ІФТА частина належить до комбінованих апаратів акустомагніто-біологічного напрямку.

Цей напрямок характеризується використанням комбінованого впливу акустичного (ультразвукового) сигналу та параметрів діючого магнітного поля (МП), причому ефективність впливу ІФТА оцінюється по відклику біологічної тканини (БТ) на дію ультразвуку та МП. Дія ультразвуку характеризується, як механічним, температурним і фізико-хімічним впливами на БТ, а магніточутливість універсальна особливістю живого.

Ефекти комбінованої дії акустичних і магнітних полів численні та різнопланові, а біологічний вплив може бути оцінений по значенням сумарних параметрів: амплітуди коливання БТ, тиску крові, пульсу, температури $T(t)$, як в сукупності так і по одинці. В поєднанні комбінованої дії фізичних сигналів і полів та контролю за їх впливом на пацієнта досягається прогнозований лікувальний фізіотерапевтичний ефект.

Позитивні ефекти акустомагнітомеханічної орієнтації вектора намагніченості біологічних молекул, локальна зміна їх концентрації і динамічної структури проявляється при значеннях інтенсивності ультразвуку (0,01- 2,0) Вт/см² і магнітної індукції (100-200) мТл, характеризується нагрівом БТ.

Для ефективного використання таких ІФТА та розробки їх досконалих структур необхідна завершена теорія біофізичної моделі дії сигналу і його фізичного фактору і математичний опис, який враховував параметри дії кожного фізичного параметру та їх відклик на біологічній тканині через комплексний інтегральний параметр $K(t)$, що включає в себе

$$K(t) = F(f \langle I \rangle, T, \Delta T, f \langle B \rangle, t, G, dx, dy, dz)$$

Нами досліджується така модель, що враховує параметри дії магнітної індукції $B(t)$, інтенсивності та амплітуди $A(f)$ ультразвуку $I(t)$, часу дії t ,

температури T та її розподілення температури в зоні дії ΔT , форми сигналів $G\{B(t), I(t), \}$ частоти f , координат dx, dy, dz .

Ключові слова: інтелектуальні фізіотерапевтичні апарати, контроль параметрів.

УДК 612.171.1+004.852

ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ИХ РАСПОЗНАВАНИИ

Шачиков А. Д., Шуляк А. П.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический университет», г. Киев, Украина
E-mail: light.ash1@gmail.com*

Значительные резервы в повышении достоверности диагнозов пациентам содержатся в целесообразном выборе описательных категорий формы сигналов средств диагностики, который может быть сделан на этапе обучения распознающих систем. Дополнительные возможности повышения чувствительности и специфичности распознающих процедур могут быть созданы благодаря определению рационального состава данных для их анализа с целью распознавания сигналов.

Целью данной работы является совершенствование инструментария обнаружения, распознавания и классификации циклических медико-биологических сигналов в системах диагностики заболеваний пациентов. Исследуются базовая модель анализируемых сигналов, в которой характеристики их формы отделены от проявления факторов масштаба и сдвига в результатах регистрации наблюдаемых процессов, а также соответствующая такой модели последовательность операций их анализа. Исследование построено как тестовый вариант проверки статистическим путем результативности операций формирования характеристик формы сигналов при распознавании QRS-комплексов с использованием данных пациента с достоверной маркировкой типов таких комплексов. В докладе также раскрыты дополнительные возможности повышения правильности принимаемых решений за счет определения на этапе обучения распознающей системы рационального состава данных для их анализа с целью распознавания наблюдаемых процессов.

В целом, на примере обработки данных электрокардиографии, подтверждена состоятельность рассмотренных в работе принципов анализа структуры циклических медико-биологических сигналов для их обнаружения, распознавания и классификации, а также состоятельность представленного варианта характеристики их формы.

В докладе рассматриваются указанная модель, соответствующая ей последовательность операций анализа сигналов, подтверждение результативности

их использования, проверка качества анализа на контрольной записи электрокардиограммы, снятой через некоторое время.

Ключевые слова: медико-биологические сигналы, анализ структуры, распознавание, обучение с учителем.

УДК621.384.3:618.195/.197

ТЕРМОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

¹Котовский В.Й., ²Дунаевский В.И., ¹Тимофеев В.И., ²Маслов В.П., ¹Назарчук С.С.

¹Национальный технический университет Украины «Київський політехнічний інститут»,

²Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАНУ, г. Киев, Украина

E-mail: kotovsk@kpi.ua

Важным внешним фактором воздействия на биологический объект (БО) является одежда, которая в настоящее время практически вся изготавливается из синтетических тканей (СТ). Накоплены многочисленные данные по вредному воздействию таких тканей на состояние БО, которым является человек [1]. В процессе ношения одежды, изготовленной из СТ, вырабатывается статическое электричество от 1000 В и выше. Большинство исследователей считают самым опасным и малоизученным фактором вредного воздействия на БО статического электричества, действие которого выражается в непосредственном раздражении чувствительных нервных окончаний кожи. При этом изменяется кожная чувствительность, нарушается капиллярный кровоток, меняется сосудистый тонус, наблюдается ряд системных изменений, включая изменения в центральной нервной системе. Под воздействием статического электричества повышается склонность к артериальной гипертензии, брадикардии, о чем свидетельствуют спазмы и дистония сосудов. Существующими инструментальными методами отследить воздействие СТ на состояние БО представляет сложную задачу. Нами рассмотрена возможность применения инфракрасной термографии для оценки состояния БО.

Выбор метода инфракрасной термографии обусловлен тем, что он позволяет выявить температурные изменения в состоянии БО после воздействия внешнего фактора (СТ) [2-4]. Эти изменения хорошо наблюдаются на представленных термографических снимках, полученных до (рис.а) и после воздействия внешнего фактора (рис.б).

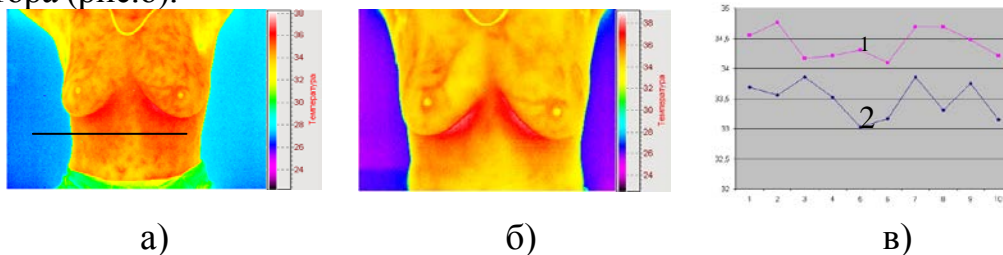


Рис. Термограммы БО до (а) и после (б) воздействия внешнего фактора; в-распределение температуры по линии, показанной на рис.а.

Обнаружено локальное повышение температуры (рис.а) на отдельных участках кожной поверхности с градиентом температуры до $+1,0^{\circ}\text{C}$. После устранения

воздействия внешнего фактора на организм БО термографическая картина резко изменилась: исчезли области локального разогрева, снизилась температура в целом БО на (0,59-0,69)°С (рис.в, кр. 2).

Выводы. Предложен инструментальный метод оценки влияния внешнего фактора на состояние БО, который может быть использован при выборе тканей для изготовления одежды разного назначения.

Литература

1. У. Нильсон «Синтетика-адская одежда». Электронный ресурс
http://www.uacatalog.org/con_articles/o_vrjedje_sintjeticnjeskikh_izdjelij
<http://www.karizma.ru/fashion-2010/wear/drapery.php> <http://promassazh.ru/health/index.php/129.html> <http://shkolazhizni.ru/archive/0/n-28281>.
2. Розенфельд Л.Г. Основы клинической дистанционной термодиагностики. – К.: Здоровье.- 1988.-222 с.
3. Драгун В.Л. О построении компьютерного термографического атласа человека / В.Л. Драгун, С.А. Филатов // АНК "Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАНБ.- 2008.-С.249-250.
4. Розенфельд Л.Г. Дистанційний інфрачервоний термограф з матричним фотоприймачем та досвід його використання у клінічній лікарні./ Л.Г. Розенфельд [и др.] // Укр. радіолог. журн.-2006.-№4.-С.450-456.

Ключевые слова: термография, синтетическая одежда, биологический объект, температура.

УДК 681.2.08

ВИМІРЮВАЧ ЧАСТОТИ ПУЛЬСУ ПІДВИЩЕНОЇ ТОЧНОСТІ

¹⁾Ольховський А.В., ²⁾Шантур А.С.

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

E-mail: ¹⁾seiko0193@gmail.com, ²⁾anton.shantyr@gmail.com

У сучасному світі значна кількість людей веде малорухомий стиль життя, що призводить до серцево-судинних захворювань, які за даними ВОЗ посідають перше місце серед причин смертності в світі. Це робить розробку та дослідження методів та засобів моніторингу фізіологічних показників, зокрема тих що відображають стан серцево-судинної системи, актуальним науково-технічним напрямом, який фінансується провідними світовими постачальниками інформаційних технологій (Microsoft, Sony, Samsung та ін.).

Відомо, що перевірка стану серцево-судинної системи передбачає розрахунок споживання кисню (в см³) за проміжок часу в 1 хвилину на 1 кг маси тіла за визначений час під максимальним навантаженням (зазвичай 4 хвилини). Такі дослідження проводяться стаціонарно в спеціалізованих лабораторіях, тому доцільне застосування простіших методів оцінки. Для неперервного моніторингу зручним є реєстрація зміни значення частоти пульсу під дією фізичних навантажень, що передбачає вимірювання, як частоти пульсу, так і рівня фізичної активності. В даній роботі запропоновано метод вимірювання частоти пульсу.

Для неперервного вимірювання частоти пульсу зручно застосовувати оптичні методи, які засновані на зміні рівня поглинання модульованого світла шкірою залежно від заповнення капілярів кров'ю через серцеву активність [1]. Крім цього, вимірювання поглинутого світла в інфрачервоному світловому діапазоні дає змогу визначити рівень кисню в крові. Проте, за сигналом на виході інфрачервоного фотодіода, який є обов'язковою складовою подібних вимірювачів, неможливо точно визначити частоту, без попередніх перетворень сигналу, які в свою чергу є джерелом похибок. Також, великою є ймовірність виявлення «хибних» серцевих скорочень.

В роботі запропоновано спосіб вимірювання частоти пульсу в частотній області, та метод виявлення і вимірювання частоти відповідної гармоніки в спектрі з урахуванням та компенсацією впливу не релевантних гармонік.

Запропонований метод дозволяє вимірювати частоту пульсу та додатково виконати оцінку статистики шумового залишку вимірювального сигналу, за яким, в свою чергу, провести оцінку невизначеності результату вимірювання.

Література

1. Кремінь В.Т. Однокристалний мікропроцесорний вимірювач пульсу / В.Т. Кремінь, О.О. Карпін // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2004. – №523: Комп'ютерні системи та мережі. – С.75-79. – Бібліографія: 4 назви.

Ключові слова: пульсометр, аналізатор спектра, вимірювач частоти.

УДК 681.2.08

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА НЕПЕРЕРВНОГО МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

¹Тернюк В.І., ²Шантур А.С.

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

E-mail: ¹vlad.terniuk@gmail.com, ²anton.shantyr@gmail.com

Проблема стрімкого зменшення фізичної активності з кожним днем все гостріше постає перед людством, як одна з найважливіших проблем охорони здоров'я майбутнього. Великі кошти витрачаються провідними компаніями світу для звернення уваги людей на свій фізичний стан, спонукаючи до активних занять спортом. Одним з найдієвіших способів зацікавлення людей збільшенням фізичної активності є введення елементів гри в повсякденній діяльності і ведення статистики. Вдалим, з точки зору реалізації і практичності, є так званий фітнес-браслет. Він є зручним в застосуванні та забезпечує конструктивно просте розміщення відповідних датчиків, за допомогою яких реалізується збір даних про фізичний стан (частота серцевих скорочень; фізична активність).

Пропонується, виходячи з наявних даних, виконувати моніторинг стану серцево-судинної системи, показниками якого приймається значення зміни частоти серцевих скорочень під дією фізичних навантажень. При цьому,

точність результатів вимірювання показників фізичної активності людини забезпечується шляхом аналізу кореляції вимірювальних сигналів, отриманих з 3-х координатного акселерометру та пульсометру з вбудованим датчиком.

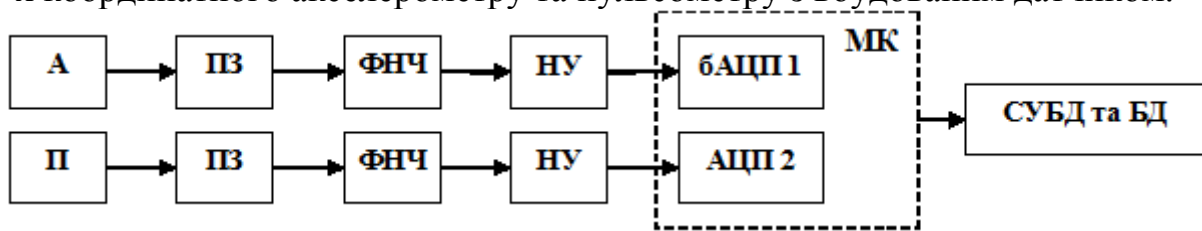


Рис. 1. Структурна схема підсистеми збору даних монітору показників стану серцево-судинної системи: А – 3-координатний акселерометр; П – пульсометр (п’єзоелектричний вбудований); ПЗ – підсилювач заряду; ФНЧ – фільтр низьких частот; НУ – нормуючий підсилювач; бАЦП1 та АЦП2 – багато- та одно-канальний аналого-цифрові перетворювачі, відповідно; МК – мікроконтролер.

Розроблено метод підвищення точності оцінювання показника стану серцево-судинної системи, який зменшує невизначеність його вимірювання, покращує якість моніторингу для профілактики серцево-судинних захворювань.

Ключові слова: моніторинг, показники стану серцево-судинної системи, кореляційний аналіз.

УДК 615.849.19

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ІОНІВ КАЛІЮ В КРОВІ

Яковенко І.О., Клочко Т.Р.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна

E-mail: yakoovenko@gmail.com

Гомеостаз організму залежить від обміну електролітів, що відповідають за такі основні процеси як осмолярність плазми крові, транспорт води між кровоносними судинами і тканинами, приймають участь в метаболічних реакціях організму, активуючи ферменти, визначають рН біологічних рідин, мають імунотропну активність, а також інші біологічні ефекти. Серед електролітів особливе місце займають іони натрію та калію, оскільки основна функція калію - це збереження нормального функціонування клітинних стінок, що утворюється рівновагою з натрієм.

У роботі був проведений аналіз методів і апаратів для визначення іонів в крові, що умовно можна розділити на дві основні групи: *in vivo* (атомно-емісійна спектроскопія, іоннометрія з використанням іоноселективних електродів, хімічні методи) та *in vitro* (неінвазивний метод визначення формули крові метаболічних і гомодинамічних показників гомеостазу та опосередкований метод визначення іонів калію в крові). Враховуючи ці проблеми, авторами запропоновано метод визначення іонів калію в крові людини, який максимально безпечний, що є дуже важливо в педіатричній практиці. Суть цього методу полягає в тому, що вплив

іонного складу крові на функцію серця описується математичними зв'язками між показниками електролітів і складених кардіограм. В результаті встановлення аналітичного зв'язку між цими показниками отримуємо високу якість медичного обстеження, що дає можливість поставити точний діагноз без використання традиційних способів аналізу крові.

Авторами було встановлено зміну ЕКГ, що характеризується депресією Т-хвилі, депресією сегменту ST, подовженням інтервалу QT. У ряді випадків залежності між рівнем калію в крові спостерігається виникнення серйозних наслідків, таких як порушення ритму серця. Наприклад, із зростанням рівня калію в сироватці крові поступово змінюється характер ЕКГ. Спочатку з'являється високі загострені зубці Т, потім розвивається депресія сегменту ST, вентрикулярна блокада I ступеня і розширення комплексу QRS. Також треба враховувати такі складові кардіограм і їх комбінування: відношення амплітуди зубця T/U у відведеннях II або V3, зубець UP>0,5 мм або UV3>0,5 мм, депресія сегменту ST в II стандартному відведенні складає або перевищує 0,5 мм.

Запропонований алгоритм функціонування неінвазивного приладу дозволить ефективно, швидко і максимально точно оцінити стан організму, що дуже необхідно при медичному обстеженні важко хворих пацієнтів. Даний спосіб може бути використаний в таких областях медицини, як терапія, фізіологія, діагностика.

Ключові слова: гомеостаз організму, ЕКГ, електроліти, калій, *in vitro*.

УДК 621.25.07.99 + 616.711-002-07

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ КРИТЕРИИ АНАЛИЗА ОСТЕОСЦИНТИГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИМИОТЕРАПИИ

^{1,3}Ярошенко О.Ю., ^{1,2}Николов Н.А., ¹Коваленко Н.Н., ³Сатыр М.В.

¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина; ²Государственный университет телекоммуникаций, г. Киев, Украина; ³Государственное учреждение «Институт сердца» Министерства здравоохранения Украины, г. Киев, Украина

E-mail: magadano4ka@mail.ru, nikolka@ukr.net, mmkov39@gmail.com,
marina-satyr@yandex.ua

Прогнозирование эффективности химиотерапии злокачественных опухолей, в частности метастатического поражения костей скелета, является достаточно актуальной задачей клинической онкологии. Для решения данной задачи предложено анализировать кинетику радиофармпрепаратов при проведении полифазной остеосцинтиграфии (ОСГ) с фосфатными соединениями, меченными ^{99m}Tc [1].

Было проанализировано результаты полифазной ОСГ с ^{99m}Tc-пирофосфат у 17 пациенток с диагнозом рак молочной железы и 8 пациентов с диагнозом рак предстательной железы с метастазами в костях скелета.

Обработка анализ соответствующих сцинтиграфических изображений позволили выделить два основных количественных критерия, на основе которых можно предсказывать эффективность предстоящей химиотерапии: отношение интегральных сумм во время ангиографической фазы исследования между пораженным и условно здоровым участками костной ткани (S), а также асимметрию дисперсии (A_D) радиоактивности в зоне интереса патологического очага и реперной зоны: $A_D = D_{Mts} / D_0$, где D_{Mts} – дисперсия радиоактивного счета в очаге, D_0 – дисперсия радиоактивного счета в реперной зоне.

При этом положительные результаты химиотерапевтического лечения следует ожидать при $S > 1$ и при $A_D > 2$. Полученные данные говорят в пользу того, что, чем больше эффективная поверхность очага, тем больше вероятность поступления препарата в него и, как следствие, повышение эффективности терапии.

Литература

1. Количественный анализ изображений остеосцинтиграфии для прогнозирования эффективности химиотерапии / Н.А. Николов, А.Л. Каминская, М.В. Сатыр, О.Ю. Ярошенко, И.В. Бухенская // Журнал «Биомедицинская радиоэлектроника». – 2014. – №11. – С. 3–9.

Ключевые слова: полифазная остеосцинтиграфия, эффективность терапии, перфузия, непрямая ангиография, метастазы костей.

УДК 616.831-005-07+611.13/22

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ПАТОЛОГІЇ ГРУДНИХ ЗАЛОЗ МЕТОДОМ ЗСУОВОЇ СОНОЕЛАСТОГРАФІЇ

Францевич К.А.

*Головний військово-медичний клінічний орден Червоної Зірки центр
«Головний військовий клінічний госпіталь», м. Київ, Україна*

E-mail: mamolog273@i.ua

Сьогодні набирає обертів новітня технологія ультразвукової діагностики – соноеластографія – метод якісного та кількісного аналізу механічних властивостей тканин за допомогою модуля пружності Юнга.

Метою даного дослідження стало вивчення та застосування критеріїв оцінки патології грудних залоз за допомогою методу здвигової еластографії.

Матеріали і методи дослідження

В процесі дослідження оцінювали 30 пацієток з доброякісною та злоякісною патологією грудної залози у віці 35 - 65 років. Зсувова соноеластографія виконувалася на апараті Ultima, (виробництво «РАДМИР», Харків, Україна) з високочастотним лінійним датчиком 7,5 МГц. Використовували критерій добро/зло, що базується на співвідношенні жорсткості доброякісної пухлини до жорсткості нормальної паренхіми та співвідношенні жорсткості злоякісної пухлини та жорсткості нормальної паренхіми.

Результати дослідження та обговорення

В результаті дослідження підтвердили, що жорсткість доброякісної пухлини

відповідає величині від 4 до 45 кПа, а жорсткість злаякісної пухлини відповідає величині від 22 до 300 кПа. Співвідношення жорсткості доброякісної пухлини до жорсткості нормальної паренхіми відповідає значенням від 0.7 до 4.6, а співвідношення жорсткості злаякісної пухлини до жорсткості нормальної паренхіми становить від 3.3 до 26.4.

Безсумнівною перевагою здвигової еластографії є здатність отримання абсолютних цифрових значень жорсткості новоутворень тканини грудної залози при одночасній їхньої кольоризації в поєднанні з високою продуктивністю методу. Але для постановки точного діагнозу актуальне відносне значення (співвідношення жорсткості доброякісної пухлини до жорсткості нормальної паренхіми та співвідношення жорсткості злаякісної пухлини до жорсткості нормальної паренхіми).

Висновки

Технологія зсувової еластографії, впроваджена в ультразвуковому апараті Ultima, дозволяє візуалізувати пружні властивості дрібних неоднорідностей тканин з високою роздільною здатністю та кількісно оцінити їх жорсткість. Відносні значення (співвідношення жорсткості доброякісної пухлини до жорсткості нормальної паренхіми та співвідношення жорсткості злаякісної пухлини до жорсткості нормальної паренхіми) дозволяють підвищити загальну точність при встановленні діагнозу захворювання грудної залози.

Ключові слова: грудна залоза, зсувова еластографія, жорсткість.

УДК 616.895.4:615.849

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НИЗЬКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ НА ЗЛИПАННЯ ЕРИТРОЦИТІВ

Сорока С.О.

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

E-mail: sso-ua@ukr.net

Стосовно впливу лазерного випромінювання низької інтенсивності (ЛВНІ) на організм людини існує багато міркувань, гіпотез та спостережень.

В своїй дослідницькій роботі нами було поставлено завдання дослідження реакції організму людини на застосування ЛВНІ при зовнішньому опроміненні та внутрішньосудинне опромінення крові. Першим етапом дослідження було визначення реакції еритроцитів на фотодинамічний вплив лазерного випромінювання. Для проведення експериментів нами використовувався факт виникнення еритроцитарних скупчень («ефект виноградних грон») під впливом наявності в крові алкоголю, доведений в 1961 році американськими вченими Найслі, Москау и Пеннінгтоном, і згодом підтверджений радянським вченим А.П. Явліним (1). Суть цього відкриття в тому, що явище злипання еритроцитів відбувається в результаті зміни потенціалів на поверхні мембран під впливом алкоголю. Кожен з еритроцитів несе на собі однополярний, негативний заряд,

тому еритроцити відштовхуються один від одного. Наявність в плазмі крові певної доли спирту видаляє цей захисний шар і знімає електростатичну напругу. При цьому еритроцити змінюють свою полярність і такі клітини починають злипатися один з одним. В результаті цього порушується нормальний киснево-вуглецевий обмін в організмі, а особливо в дрібних капілярах внаслідок тромбоутворення.

Тромб алкогольного походження, один раз виникнувши, може зберігатися багато місяців. Зміни, що відбуваються в організмі людини під впливом алкоголю, дуже схожі на порушення, пов'язані з травмою (2). Під час досліджень, а саме опроміненні еритроцитарних скупчень лазерним випромінюванням He-Ne лазера ми отримали руйнування грон та утворення субстанції з еритроцитів, вільного гемоглобіну та інших сполук. В подальшому проведенні експерименту повторного злипання еритроцитів не спостерігалось.

Цей факт пояснює позитивний ефект дії ЛВНІ при лікуванні наркологічних захворювань, які виникають внаслідок зміни структури кровообігу та обміну речовин внаслідок порушення окислювально-відновних реакцій через тромбоутворення в мікросудинах.

Перелік посилань

1. Явлин А.П. Состояние периферического и мозгового кровообращения при хроническом алкоголизме. "Журн. невропатологии и психиатрии". №3. 1977.
2. Л.Е. Попов "Алкоголь и человек". Брошура. Томск. 2006 . – 154.с.

Ключові слова: лазерне випромінювання, мембрана, еритроцит.

УДК 681.518.3: 535.243.2

**ЛАЗЕРНИЙ КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗАТОР ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ
В КОЛОЇДНО-ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМАХ**

Яремик Р.Я.

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

E-mail: yaremyk@yahoo.com

На основі методу спектроскопії квазіпружного світлорозсіювання розроблено прилад для дослідження дифузійних процесів дисперсних фаз в дисперсних середовищах.

Дисперсні частинки, завислі в рідині, приймають участь в тепловому броунівському русі у відповідності з незкомпенсованим впливом молекул дисперсного середовища. При зондуванні частинок лазерним монохроматичним опроміненням внаслідок оптичного ефекту Доплера для рухомих частинок, частота розсіяного світла зміщується малими зсувами, пропорційними швидкості частинок. Розширення спектру квазіпружного світлорозсіювання зондуючого лазерного променя внаслідок флуктуацій концентрації досліджуваних частинок має ширину, що визначається формулою:

$$\Gamma = D \cdot K^2,$$

де D - коефіцієнт дифузії частинок, K - хвильовий вектор функції розсіювання, зв'язаний з хвильовим вектором зонduючого світла і кутом розсіювання згідно закону Брегга. Спектр квазіпружного світлорозсіювання реєструється методом оптичного гетеродинування (оптичного зміщення).

Розмір досліджуваних частинок, який пов'язаний із коефіцієнтом дифузії, отримується з відомого рівняння Стокса-Енштейна:

$$D = kT / 6\pi\eta R,$$

де k - константа Больцмана, T - абсолютна температура, η - в'язкість середовища, R - гідродинамічний радіус.

Для мінімізації впливу багатократного розсіяння світла, яке зменшує точність вимірювань використано метод кореляційного аналізу для виділення сигналу на фоні шумових завад. Збільшення сигнал/завада при кореляційній обробці зумовлене тим, що автокореляційна функція шумової завади в τ -масштабі загасає швидко, оскільки представляє собою широкосмуговий аперіодичний процес. Коли $U_s(t)$ – інформаційний сигнал, $U_n(t)$ – напруга шумів, то автокореляційна функція суміші визначиться співвідношенням:

$$K(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-\infty}^{+\infty} [U_s(t) + U_n(t)][U_s(t+\tau) + U_n(t+\tau)] dt = K_{ss}(\tau) + K_{nn}(\tau) + K_{sn}(\tau) + K_{ns}(\tau),$$

Оскільки сигнал і шуми некорельовані, $K_{sn}(\tau) = 0$ і $K_{ns}(\tau) = 0$. Автокореляційна функція шумів $K_{nn}(\tau)$ при зростанні τ також швидко загасає як δ -корельований процес.

Ключові слова: флуктуація концентрації, квазіпружне світлорозсіювання, кореляція.

УДК 615.849.1

БАГАТОКАНАЛЬНІ ТА БАГАТОЕЛЕМЕНТНІ ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ

Денисов М.О.

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

E-mail: denysov@hotmail.com

Методи діагностики захворювань внутрішніх органів, що базуються на явищах індукованої флуоресценції, а також методи лікування за методом фотодинамічної терапії потребують застосування джерел випромінювання, що випромінюють в діапазонах довжин хвиль збудження флуоресценції або максимуму поглинання фотосенсибілізатора, що застосовується.

В Україні розроблений та застосовується в клінічній практиці зареєстрований належним чином вітчизняний фотосенсибілізатор Гіперфлав (ПАТ НВЦ «БХФЗ», Київ), максимум флуоресценції якого знаходиться в діапазоні 603 ± 5 нм, а максимум поглинальної здатності – в діапазоні 598 ± 5 нм.

Для забезпечення клінічного застосування фотосенсибілізатора Гіперфлав необхідним є впровадження в клінічну практику джерел збудження флуоресценції та фотодинамічної терапії, що відповідають зазначеним вище спектральним діапазнам. Водночас, застосування лазерних джерел випромінювання є небажаним через необхідність дотримання вимог електробезпеки та електромагнітної сумісності.

Для застосування з фотосенсибілізатором Гіперфлав були запропоновані багатоканальні (MultiLED CBM-470-6 для флуоресцентної діагностики) та багатоеlementні (CBM-90 та CBM-150 – для фотодинамічної терапії) джерела випромінювання на світлодіодах. Зазначені джерела випромінювання побудовані за адитивною та мультиплікативною схемами, відповідно, що дозволяє досягти в операційній зоні густини потужності випромінювання, достатньої для збудження флуоресценції або для реалізації фотодинамічного ефекту. Запропоновані схемні та технічні рішення джерел випромінювання є відкритими для подальшого удосконалення внаслідок заміни світлодіодів на більш потужні.

Ключові слова: флуоресцентна діагностика, фотодинамічна терапія, світлодіодні джерела випромінювання.

УДК 617.55-089-78

МОЖЛИВОСТІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ФОТОСЕНСИБІЛІЗАТОРА ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕКТРОМЕТРИЧНОЇ ТЕХНІКИ

¹⁾Чепурна О.М., ²⁾Войцехович В.С., ³⁾Павлов С.В.

*¹⁾ПМВП «Фотоніка Плюс», м. Черкаси, Україна; ²⁾Інститут фізики НАН України, м. Київ, Україна; ³⁾Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна
E-mail: beornas22@gmail.com*

Для ефективного поєднання фотодинамічної терапії (ФДТ) та флуоресцентної діагностики використовують фотосенсибілізатор (ФС), який має декілька піків поглинання на різних довжинах хвиль. Таким чином, збуджуючи фотосенсибілізатор світлом у короткохвильовій області спектру, можна отримати флуоресценцію в довгохвильовій області. Використовуючи цей ефект, можна визначити зону пухлини, область накопичення ФС та здійснювати контроль за ефективністю проведення ФДТ.

Нами були проведені експерименти щодо визначення рівня сигналу флуоресценції, яку реєструє спектрометр, при різних концентраціях ФС та різній потужності лазерного випромінювання. Реєстрація сигналу проводилась за допомогою спектрометра Ocean Optics USB4000 (США). В якості джерела збудження флуоресценції було застосовано напівпровідниковий лазер «Ліка терапевт» ($\lambda=405$ нм). ФС «Фотолон» розведений у розчині натрію хлорид (0,9%) в концентрації від 100мкг/мл до 0,01 мкг/мл із використанням методу серійних розведень. На пробірки із розчинами по чергово подавалось лазерне

випромінювання, потужністю 10 мВт. На рис.1 показані криві, де 1 відповідає рівню флюоресценції розчину ФС з концентрацією 100мкг/мл, 2 – 10мкг/мл, 3 – 1мкг/мл, 4 – 0,1мкг/мл, 5 – 0,01 мкг/мл. Приблизна терапевтична доза ФС «Фотолон» складає 10мкг/мл, що відповідає 2-й кривій. Також було проведено дослідження щодо визначення рівня сигналу флюоресценції ФС з однаковою концентрацією та різною потужністю лазерного випромінювання. На рис.2 показані сигнали флюоресценції, де 1 відповідає 1 мВт, 2 - 2 мВт ... 12 - 12 мВт. Щільність потужності змінювалась від 2,6 мВт/см² (1) до 31,1 мВт/см² (12).

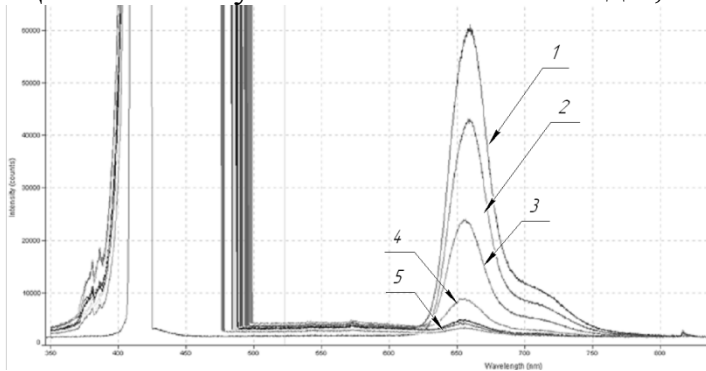


Рис. 1. Рівень флюоресценції при різній концентрації ФС «Фотолон»

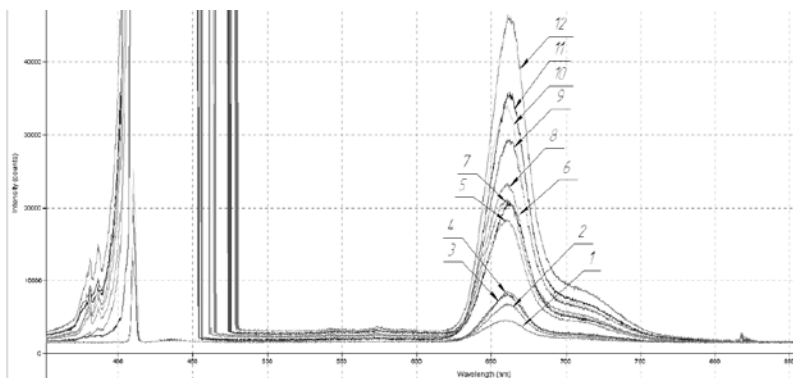


Рис.2. Графік залежності рівня флюоресценції ФС від потужності лазерного випромінювання

Отже, спосіб контролю рівня флюоресценції ФС за допомогою ПЗ3-спектрометра є досить чутливим та дозволяє проводити моніторинг навіть при незначних концентраціях та невеликій щільності потужності.

Ключові слова: лазерне випромінювання, фотодинамічна терапія, ПЗ3-спектрометр.

УДК 615.47

СИСТЕМА РАННЬОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ВІБРАЦІЙНИХ ОЗНАК ЗАХВОРЮВАНЬ

Скицюк В.І., Ключко Т.Р.

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

E-mail: klotchko@psf.ntu-kpi.kiev.ua

Наразі існує досить велика проблема у контролі виникнення та розвитку хвороби Паркінсона та вібраційної хвороби, які призводять до повного розладу

функцій організму та повної втрати працездатності. Захворювання провокує порушення функції нервової та серцево-судинної систем, опорно-рухового апарату. Основний симптом хвороби Паркінсона - це тремор кінцівок, яке починається з пальців рук. Сучасна медична практика доводить про те, що визначитися з виникненням хвороби БТО на її первинних стадіях вкрай важко. Отже, загальна проблема полягає у створенні нової концепції контролю стану БТО на засадах останніх досягнень сучасної техніки високочутливих елементів, які мають діагностувати вібраційну хворобу та хворобу Паркінсона на ранішніх стадіях.

Актуальним є використання результатів роботи, в основному, як процес моніторингу стану пацієнтів різного віку також з метою профілактики захворювань. Це надасть можливість створити систему рекомендацій, як для хворих, так і як допоміжний інформаційний потік для лікарів, котрі спостерігають за розвитком захворювання. Одночасно це буде надавати можливість лікарям спостерігати потужність дії лікувальних засобів та індивідуальний вплив на пацієнта. Створена методика дозволить ідентифікувати інші схожі захворювання у визначеному спектрі

Результати роботи полягають у підготовці концепції побудови симбіозної біотехнічної системи моніторингу хвороб, пов'язаних із порушенням функції координації та можливі шляхи впливу на стан захворювання. У процесі роботи також заплановано отримання загальної методики використання периферійних модулів лікування захворювань з вібраційними ознаками, розладами нервової системи, опорно-рухової системи, метаболічних процесів організму, ендокринної системи, а також проведення профілактичних обстежень. Як наслідок, можливим буде рання діагностика як початок усіх процесів та їх можливі наслідки (передбачення) їх розвитку та плинний контроль за станом БО у процесі життєдіяльності та взаємодії з технічними об'єктами.

В основу покладено тезу багатопараметричності, яка дозволяє виокремлювати корисний сигнал із сигналу інтегрованого відчутника ТОНТОР, що надає можливості робити або загальну, або часткову діагностику окремих ділянок організму, на підставі авторських досліджень у напрямку високоефективного контролю стану БТО.

Ключові слова: контроль, діагностика, хвороба Паркінсона, вібраційна хвороба, багатопараметричність.