

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

КІНАШ РОМАН ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 519.216: 612.171.3

**МЕТОД ОБРОБКИ ФОНОКАРДІОСИГНАЛУ ДЛЯ
ВИЯВЛЕННЯ МІТРАЛЬНОЇ НЕДОСТАТНОСТІ
КЛАПАНІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ**

163 «Біомедична інженерія»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2019

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри біотехнічних систем
Бачинський Михайло Володимирович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук,
завідувач кафедри радіотехнічних систем
Дунець Василь Любомирович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №23 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. За даними ВООЗ та медичної асоціації кардіологів встановлено, що тенденція розвитку уражень клапану серця людини займає домінуюче місце серед усіх серцево-судинних захворювань. Першопричинами таких уражень є вродженні (виникають в період внутрішньоутробного розвитку плода) та набутті (ускладнення ревматизму, інфекційний ендокардит або після оперативного лікування мітрального стенозу) пороки серця людини.

У медичній практиці для діагностики мітральної недостатності застосовують такі основні неінвазивні інструментальні методи дослідження як кардіографію, аускультацию та фонокардіографію.

Фонокардіографія на ряду з іншими методами дає змогу об'єктивізувати незрозумілі звукові явища клапанів серця людини (ступінь ослаблення та наявність тонів серця, інтенсивність, тривалість і форма систолічного шуму) [Сакс и Робертс (Sacks, Roberts) и Эванс (Evans)] за зареєстрованими фонокардіосигналами. Особливу цінність представляє можливість тривалого (впродовж року і більше) об'єктивного динамічного спостереження за фонокардіосигналом в процесі формування клапанного пороку.

Для реалізації методу фонокардіографії у медичній практиці застосовують апаратні засоби у вигляді комп'ютерних фонокардіографів, такі як Кардио+ (Україна, ООО «Метекол»), PCG-02 (Індія, м.Мумбаї), Techbook Scientech 2356 (Індія, Scientech Technologies Pvt. Ltd.) та Audio-Technica ATR288W (Японія).

Відомі фонокардіографи за принципом отримання діагностичної інформації про стан клапанів серця людини побудовані за схемою «біооб'єкт (клапани серця людини)-математична модель-метод обробки-алгоритмічне забезпечення-програмне забезпечення-результат діагностування».

У фонокардіографах програмне та алгоритмічне забезпечення, які формують результат діагностування, реалізовано на кореляційному та спектральному методах обробки ФКС ядром яких є математична модель у вигляді стаціонарного випадкового процесу (Metin Akay (Houston) та суміші стаціонарного випадкового процесу і детермінованої функції (Metin Akay (Houston))). Такі моделі та розроблені на їх основі методи обробки за своєю структурою та властивостями не дають змогу відстежити часову динаміку зміни амплітудних та фазових показників функціонування клапанів серця людини, що є важливим при виявленні проявів в часі мітральної недостатності.

Отже, розробка методу обробки фонокардіосигналу на базі адекватної його математичної моделі для виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення методу обробки фонокардіосигналу для виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести огляд відомих математичних моделей фонокардіосигналів та методів їх обробки у фонокардіографах для обґрунтування напрямку наукового дослідження.

2. Обґрунтувати структуру математичної моделі фонокардіосигналу для розв'язання задачі виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини.

3. Розробити метод та алгоритм обробки фонокардіосигналу для виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини.

4. Розробити програмне забезпечення для обробки емпіричних даних фонокардіосигналу для числення діагностичних ознак як кількісних показників виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини.

Об'єкт дослідження: процес обробки фонокардіосигналу для виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини.

Предмет дослідження: математична модель фонокардіосигналу при мітральній недостатності клапанів серця людини.

Методи дослідження: енергетична теорія лінійних стохастичних сигналів, цифрова обробка сигналів, статистична теорія прийняття рішень, програмне забезпечення MATLAB.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше на базі компонентного методу розроблено метод обробки фонокардіосигналу як періодично корельованого випадкового процесу, що забезпечило кількісне оцінювання показників мітральної недостатності клапанів серця людини.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблене програмне забезпечення може бути використано для комп'ютерних фонокардіографічних систем при виявленні мітральної недостатності клапанів серця людини.

Апробація результатів дипломної роботи.

Робота апробована на Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (26-27 квітня 2018 року).

Обсяг і структура дипломної роботи.

Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 101 сторінках, списку використаних джерел 47 назв на 4 сторінках, додатків на 12 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 117 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** шляхом аналізу відомих методів обробки фонокардіосигналу для виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини сформовано актуальність роботи, мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях.

У **першому розділі «Огляд стану проблеми за напрямом наукового дослідження»** проаналізовано структуру фонокардіосигналу при мітральній недостатності. Проаналізовано методи медико-біологічного дослідження клапанів серця людини та відзначена ефективність застосування фонокардіосигналу при дослідженні роботи клапанів серця з мітральними показниками провідності його клапанів.

Враховуючи результати обробки відомих методів обробки фонокардіосигналів виникає необхідність розроблення нового методу оперативного виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини шляхом обробки фонокардіосигналу на базі адекватної вказаній потребі математичної моделі як інструменту розробки технічних засобів.

У другому розділі «Математична модель фонокардіосигналу» апріорно перед початком процесу вибору структури математичної моделі фонокардіосигналу при недостатності мітральній оброблено сигнал як стаціонарного випадкового, що забезпечило визначення його властивостей як параметрів майбутньої математичної моделі.

А базі отриманих параметрів обґрунтовано структуру математичної моделі фонокардіосигналу при недостатності мітральній у вигляді суміші процесу випадкового з циклічними характеристиками скінченного характеру (так званого процесу типу ПКВП) та білого шуму як ефекту мітральної недостатності.

Такий тип моделі фонокардіосигналу забезпечує його аналіз синфазним та компонентним методом з метою дослідження динамічних характеристик тонів серця людини із урахування ранніх проявів мітральної недостатності клапанів.

У третьому розділі «Метод обробки фонокардіосигналів» проаналізовано структуру системи для реєстрації фонокардіосигналів з метою його обробки при виявленні мітральної недостатності клапанів. На підставі аналізу методів обробки математичного апарату випадкових процесів із періодичними параметрами вибрано компонентний метод на фоні переваг над когерентним. На базі методу компонент розроблено алгоритм обробки фонокардіосигналу з метою виявлення прояву чи факту недостатності клапану мітрального за значеннями компонент в частотній області.

У четвертому розділі «Результати обробки фонокардіосигналу» розроблено блок-схему компонентної обробки фонокардіосигналу при недостатності клапанних мітральних з метою розробки комп'ютерного програмного забезпечення, яке автоматизує процес обробки. Розробка блок-схеми програми обробки фонокардіосигналу та програми цілої системи із інтерфейсом забезпечили розробку програмного забезпечення в програмному засобі MATLAB як єдиної системи обробки фонокардіосигналів різного патогенезису. Результати обробки фонокардіосигналу забезпечили отримання параметру, який кількісно відобразив ознаки мітральної недостатності клапанів у вигляді кореляційних (спектральних компонент).

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень фонокардіосигналів та проведено обґрунтування вибору УДК тематики за напрямом наукового дослідження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 33414,45 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,71 від максимального числа 1.

У цьому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» зі сторони охорони праці обґрунтовано безпечність експлуатації фонокардіографічної системи з точки зору охорони праці, а зі сторони безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано заходи організаційно-технічного характеру протипожежного захисту на виробництві фонокардіографічної системи.

У восьмому розділі «Екологія» проаналізовано питання статистичної оцінки екологічного стану навколишнього природного середовища та закономірностей його розподілу та моніторингу поверхневих вод.

У додатках наведено лістинг програмного забезпечення, яке розроблено для ПК (ОС Windows 7-10, 32-64 біт) та копію апробованої тези конференції.

ВИСНОВКИ

У роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методу обробки фонокардіосигналу для виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини.

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено огляд відомих математичних моделей фонокардіосигналів та методів їх обробки у фонокардіографах, що уможливило процедуру обґрунтування спрямування наукового дослідження.

2. Обґрунтовано математичну модель фонокардіосигналу як суміш випадкового періодично корельованого процесу та завади для розв'язання задачі виявлення недостатності мітральної клапанів серця людини.

3. Розроблено метод та алгоритм обробки фонокардіосигналу на базі компонентного методу, що забезпечило процедуру виявлення недостатності мітральної клапанів серця людини за усередненими оцінками кореляційних компонент.

4. Розроблено програмне забезпечення із використанням засобу MATLAB для обробки емпіричних даних фонокардіосигналу, що забезпечило процес числення кореляційних компонент як діагностичних ознак, які кількісно відображають показники мітральної недостатності клапанів серця людини.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Кінаш Р.В. Метод відновлення психоемоційного стану людини під впливом відеозображень та музики із використанням електроенцефалографії / Кінаш Р.В., Бойко Р.Р. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 26-27 квітня 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — Том 1. — С. 228–230. — (Біомедична інженерія).

АНОТАЦІЯ

Кінаш Роман Володимирович. Метод обробки фонокардіосигналу для виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Дипломну роботу магістра присвячено розробленні методу обробки фонокардіосигналу для виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини. У роботі обґрунтовано математичну модель фонокардіосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка має засоби та методи поєднання стохастичної природи та повторності сигналу, що є властивим для сигналів біологічного походження. На базі обґрунтованої математичної моделі у вигляді періодично корельованого випадкового процесу застосовано компонентний метод для обробки фонокардіосигналу, який дає змогу оперативно виявити мітральну недостатність клапанів серця людини.

Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab для автоматичних систем діагностики функціонального стану серцево-судинної системи на основі компонентного методу обробки фонокардіосигналу як періодично корельованої випадкової послідовності.

Ключові слова: фонокардіосигнал, математична модель, періодично корельований випадковий процес, обробка, компонентний метод, виявлення мітральної недостатності клапанів серця людини, автоматизована система.

ANNOTATION

Kinash Roman. A method of phonocardiogram processing for a human heart valves mitral insufficiency detection. - Manuscript.

Master's thesis on the specialty 163 "Biomedical Engineering", Ternopil Ivan Puliuj National Technical University, Ternopil, 2019.

The master's thesis is devoted to the development of a method of processing the phonocardiogram signal to detect the mitral insufficiency of the valves of the human heart. On the basis of a valid mathematical model in the form of a periodically correlated random process, a component method for the processing of phonocardiogram signal is applied, which allows to expeditiously detect the mitral insufficiency of the valves of the human heart.

The software in Matlab environment for automatic systems of diagnostics of the functional state of the cardiovascular system is developed based on the component method of processing the phonocardiogram signal as a periodically correlated random sequence.

Keywords: phonocardiogram signal, mathematical model, periodically correlated random process, processing, component method, detection of mitral insufficiency of human heart valves, automated system.