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

ГУЦЬКО НАДІЯ ІВАНІВНА

УДК 612.17:519:218

МЕТОД ОПРАЦЮВАННЯ МАГНІТОКАРДІОСИГНАЛУ ДЛЯ ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ ЗМІН У ФУНКЦІОНУВАННІ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

163 «Біомедична інженерія»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2018

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
Хвостівський Микола Орестович,
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 26 лютого 2018 р. о 10^{00} годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 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 теми. Проблеми суспільства пов’язані із негативним впливом на судини серцево-судинної системи ряду внутрішніх та зовнішніх факторів. До внутрішніх факторів віднесено: стрес та розумове перенавантаження, а до зовнішніх – погана екологія, фізичне перенавантаження, вплив науково-технічного прогресу та ін.

Проблеми суспільства породжують складну задачу для медицини, яка пов’язана з оперативним діагностуванням ранніх змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини з метою завчасної профілактики або лікування хвороби, яка розвивається.

На актуальність діагностування ранніх змін у функціонуванні серцево-судинної системи стану судин ССС людини неінвазивним методом магнітокардіографії за магнітокардіосигнали, які характеризують магнітне поле серця людини, вказували автори багатьох робіт медичного спрямування. Оскільки, аналіз магнітного поля серця є перспективним при детальному дослідженні процесів реполяризації, метод магнітокардіографії за магнітокардіосигнали дає змогу здійснити діагностику найбільш ранніх порушень коронарного кровообігу, а аналіз структури ізомагнітних карт дає змогу отримати інформацію про патологічні зміни в міокарді.

У сучасній медицині для розв’язання задачі, яка пов’язана з проблемою діагностування ранніх змін у функціонуванні серцево-судинної системи, застосовують медичну техніку, зокрема магнітокардіодіагностичні системи, які побудовані на базі низькотемпературних напівпровідникових квантових інтерфероментрів (НКВІдів). Інформативність цих систем залежить від ефективності методів опрацювання магнітокардіосигналів базованих на адекватних математичних моделях.

З аналізу відомих систем, таких як Фазаграф (Україна), Squid babyscan (США), SuperCom (Японія), Элдис (Росія), МАГ-СКАН (Росія), встановлено, що вони базуються на контурному, статистичному та спектральному методах опрацювання сигналах базовані на моделях, і видають інформацію про стан ССС у вигляді інформативних ознак (амплітуда (Q,R,S,T), час, ЧСС, математичне сподівання, дисперсія та амплітудні спектри).

Представлені методи опрацювання не уможливлюють дослідження фазово-часової структури магнітокардіосигналу, що є важливим при діагностуванні ранніх змін у функціонуванні серцево-судинної системи.

Наведені аргументи породжують науковий аспект, який пов'язаний із розробленням методу опрацювання магнітокардіосигналу на базі адекватної математичної моделі, що дасть змогу оперативно виявити зміни у функціонуванні серцево-судинної системи шляхом впровадження в область кардіології нового класу інформативних ознак.

Мета і задачі дослідження. **Метою дослідження** є розроблення методу опрацювання магнітокардіосигналу на базі адекватної математичної моделі для задачі оперативного виявлення зміни у функціонуванні серцево-судинної системи.

Досягнення цієї мети вимагає розв’язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів опрацювання магнітокардіосигналу для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Обґрунтувати структуру математичної моделі магнітокардіосигналу, яка враховує у своїй структурі властивості періодичності із випадковістю, для розв'язання задачі оперативного виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини.
3. Розробити метод опрацювання магнітокардіосигналу на базі його обґрунтованої математичної моделі з метою числення нових інформативних ознак як індикаторів зміни у функціонуванні серцево-судинної системи.
4. Розробити програмне забезпечення для магнітокардіографічних систем та провести експериментальні дослідження.

Об'єкт дослідження: процес опрацювання магнітокардіосигналу.

Предмет дослідження: математична модель магнітокардіосигналу та її можливості для задачі оперативного виявлення зміни у функціонуванні серцево-судинної системи.

Методи дослідження побудовано на базі енергетичної теорії стохастичних сигналів, зокрема подання періодично корельованого випадкового процесу для обґрунтування математичної моделі магнітокардіосигналу і методів його опрацювання. Для програмної реалізації алгоритмів опрацювання використано пакет прикладних програм MATLAB R2014a.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше опрацьовано магнітокардіосигнал як періодично корельований випадковий процес синфазним методом без урахування взаємозв'язків між компонентами, що дало змогу почислити нові оцінки у вигляді кореляційних компонент, чим підвищено інформативність опрацювання магнітокардіосигналу в магнітокардіографічних системах.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що отриманні результати роботи мають можливість впровадження в магнітокардіографічні системи у вигляді програмного забезпечення для оперативного виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи.

Апробація. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" (м. Тернопіль, 2018р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 105 сторінках, списку використаних джерел 71 назв на 6 сторінках, додатків на 10 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 121 сторінці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих методів опрацювання магнітокардіосигналу 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 «Магнітокардіографія та магнітокардіосигнал» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

Проаналізовано магнітокардіографію та магнітокардіосигнали, проведено порівняльний аналіз відомих методів опрацювання магнітокардіосигналів, що використовуються для задач автоматизованої діагностики функціонального стану серця людини

У другому розділі «Математична модель магнітокардіосигналу» згідно аналізу властивостей ймовірнісних характеристик магнітокардіосигналу та властивостей періодично корельованих випадкових процесів випливає, що математична модель процесу такого класу дає змогу адекватно описати магнітокардіосигнал, а саме врахувати у своїй структурі поєднання випадковості та періодичності, а тому і розробити методи визначення інваріантних інформаційних ознак магнітокардіосигналу виходячи із статистики таких сиґналів для задачі підвищення інформативності магнітокардіографічних систем.

У третьому розділі «Метод опрацювання магнітокардіосигналу» описано структурну схему реєстрації та опрацювання магнітокардіосигналів. Проаналізовано синфазний та компонентний методи, на базі чого вибрано синфазний метод аналізу магнітокардіосигналу без урахуванням взаємозв’язків між компонентами як періодично корельованого випадкового процесу, вибір якого обґрунтовується по відношенню до компонентного та фільтрового, швидкодією і простою реалізації.

Розроблено алгоритми опрацювання синфазного методу опрацювання магнітокардіосигналів, для задачі підвищення інформативності магнітокардіографічних систем шляхом впровадження в область кардіології нових інформативних ознак –кореляційних компонент.

Визначено критерій числення періоду магнітокардіосигналу як важливого показника якості результатів опрацювання.

У четвертому розділі «Результати опрацювання магнітокардіосигналу» базі математичної моделі магнітокардіосигналу у вигляді періодично корельованого випадкової послідовності, яка враховує у своїй структурі механізм формування сигналу, поєднуючи властивість випадковості із повторністю, реалізовано синфазний метод опрацювання у вигляді програми з графічним інтерфейсом користувача за допомогою програмного забезпечення Matlab. Отримані оцінки кореляційних компонент є інваріанті до зсувів і інформативними ознаками при аналізі зміну стану серцево-судинної системи людини.

У п’ятому розділі «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних дослідження та обґрунтовано вибір 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 40670,89 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, а рекомендації

по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» сформульовано рекомендації по охорони праці з питань електробезпеки обслуговуючого персоналу при експлуатації магнітокардіографічної системи, буде забезпечено безпечні умови праці при експлуатації блоку і тим самим мінімізовано ризик ушкодження персоналу та пацієнта електричним струмом.

У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано оптимальні комфортні умови у виробничих приміщеннях по виготовленню магнітокардіографічної системи.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання комп'ютерної магнітокардіографічної системи використовуються технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище.

У **додатках** наведено текст програмного забезпечення, яке розроблено для ПК (ОС Windows 7, 10) та копію апробованої тези конференції.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методу опрацювання магнітокардіосигналу для задач оперативного виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи

При цьому отримано такі результати:

1. В результаті аналізу властивостей магнітокардіосигналу та методів його опрацювання встановлено, що відомі методи не уможливлюють дослідження фазово-часової структури магнітокардіосигналу як чутливого показника змін у функціонуванні серцево-судинної системи, тому сформульовано основні вимоги щодо побудови математичної моделі сигналу та методів її опрацювання: врахування випадковості та повторності характеру сигналу.
2. Обґрунтовано структуру математичної моделі магнітокардіосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка дає змогу врахувати у своїй структурі властивості випадковості та періодичності, а тому і розробити методи визначення інформативно-діагностичних ознак магнітокардіосигналу виходячи із статистики таких сиґналів для задачі оперативного виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини.
3. На базі математичної моделі магнітокардіосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу опрацьовано його синфазним методом без урахування взаємозв'язків між компонентами, що дало змогу підвищити інформативність діагностики функціонального стану серцево-судинної системи людини шляхом впровадження в область магнітокардіографії нового класу інформативних ознак у вигляді кореляційних компонент.
4. Розроблено програмне забезпечення синфазного опрацювання магнітокардіосигналів без урахування взаємозв'язків між компонентами для магнітокардіографічних систем, що уможливило провести експериментальні дослідження.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Гуцько Н. І. Математична модель та метод аналізу магнітокардіосигналу для магнітокардіографічних систем / Гуцько Н. І. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 26-27 квітня 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — Том 1. — С. 243–244. — (Біомедична інженерія).

АНОТАЦІЯ

Гуцько Надія Іванівна. Метод опрацювання магнітокардіосигналу для задач оперативного виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

В дипломній роботі обґрунтовано структуру математичної моделі магнітокардіосигналу та розроблено метод його опрацювання. Математичну модель магінтокардіосигналу подано у вигляді періодично корельованого випадкового процесу. Застосовано синфазний метод без урахування взаємозв’язків між компонентами щодо опрацювання магнітокардіосигналу на базі обґрунтованої математичної моделі.

Обчислено кореляційні компоненти магнітокардіосигналу, які кількісно відображають зміни у функціонуванні серцево-судинної системи

Розроблено програмне забезпечення в пакеті прикладних програм Matlab для магнітокардіографічних систем з метою автоматизації опрацювання магнітокардіосигналів.

Ключові слова: Серцево-судинна система, магнітокардіосигнал, математична модель, періодично корельований випадковий процес, опрацювання, синфазний метод без урахування взаємозв’язків між компонентами, магнітокардіографічна система.

ANNOTATION

Hutsko Nadiya Ivanivna. The method of the magnetocardiosignal processing for the cardiovascular system functioning changes operative detection. - The manuscript.

Master's thesis on specialty 163 «Biomedical Engineering», Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

In the thesis the structure of the mathematical model of the magnetocardiosignal is substantiated and the method of its processing is developed. The mathematical model of the magnetocardiosignal is presented as a periodically correlated random process. The common-mode method has been applied without taking into account the interconnections between the components for the processing of the magnetocardiosignal on the basis of a substantiated mathematical model.

The correlation components of the magnetocardiosignal are calculated, which quantitatively reflect changes in the functioning of the cardiovascular system

Software developed in Matlab software package for magnetocardiographic systems for automation of magnetocardiosignal processing.

Key words: cardiovascular system, magnetocardiogram, mathematical model, periodically correlated random process, processing, common method without regard to the interconnections between components, magnetocardiographic system.