

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

ЦИМБАЛІСТА ЗОРЯНА СЕРГІЇВНА

УДК 612.17:618:519.2:004.42

**АЛГОРИТМІЧНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ДЕТЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ ПЛОДУ У
КОМП'ЮТЕРНИХ ЕЛЕКТРОКАДІОГРАФАХ**

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
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 27 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 теми. В Україні щорічно народжуються 5000 дітей з вадами серця (становить 30% від усіх вроджених вад), з них приблизно 1300 перебувають у важких станах і без своєчасної медичної допомоги можуть прожити декілька днів. Тому своєчасне спостереження за функціональним станом серця плоду в процесі його розвитку в утробі матері під час вагітності є пріоритетним медичним завданням у кардіологів.

Електрокардіографія є базовим неінвазивним та діагностично цінним методом медикобіологічного дослідження стану серця плоду, який базується на реєстрації електричних біопотенціалів серця плоду на поверхні живота матері у вигляді електрокардіосигналу.

Для реєстрації електрокардіосигналу плоду на фоні різного виду перешкод (біосигнали та артефакти матері, завади апаратури та інші) (Widrow B., Glover Jr.J.R., McCool J.M.) та оцінювання стану серця плоду застосовують комп'ютерні електрокардіографи, такі як КАРДИОЛАБ БЭБИ-Кард (Україна, м.Харків, ХАИ-МЕДИКА, BeatleIC (Бельгія, IMEC і Bloomlife), GY-EXPL (Китай, Henan), KAGUWI KGW-6000 (Китай, Shandong) та інші.

Результат оцінювання стану серця плоду у комп'ютерних електрокардіографах на пряму залежить від його алгоритмічно-програмного забезпечення, яке опрацьовує електрокардіосигнал та формує діагностичний висновок. На сьогодні алгоритмічно-програмне забезпечення побудовано на методах таких як:

1) сліпе розділення сигналів (Lathauwer L.De, Moor B.De, Vandewalle J.) (розділення набору вихідних сигналів з сукупності змішаних сигналів без апріорної інформації про досліджуваний сигнал);

2) адаптивне усунення (Zarzoso V., Millet-Roig J., Nandi A.K.),

3) метод незалежних компонент (Lee J.A., Vrins F., Verleysen M.).

4) синфазний метод аналізу без урахування взаємозв'язків між стаціонарними компонентами (Кметь О.О.);

5) компонентний метод аналізу (Андрус С.І.)

Методи детектування ЕКС 1-3 побудовано без логічних зв'язків між досліджуваним біоб'єктом (плодом), його математичною моделлю та методом детектування, що відображається на не коректності роботи алгоритмічно-програмного забезпечення.

Синфазний метод детектування ЕКС 4 не враховує часові взаємозв'язки між компонентами в межах серцевих циклів, що є важливим при дослідженні зміни амплітудно-часових параметрів ЕКС впродовж усього часу спостереження.

Компонентний метод 5 при опрацюванні сигналу втрачає параметри часу, що є не припустим у випадку детектування часових моментів прояву сигналу плоду впродовж усього часу спостереження.

Тому розроблення ефективного методу та алгоритмічно-програмного забезпечення детектування електрокардіосигналу плоду на фоні біосигналів матері та різного роду завад із відображенням його амплітудно-часових параметрів для комп'ютерних електрокардіографів є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення алгоритмічно-програмного забезпечення детектування електрокардіосигналів плоду у комп'ютерних електрокардіографах.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести огляд відомих комп'ютерних електрокардіографів та методів детектування електрокардіосигналу плоду з метою обґрунтування напряму наукового дослідження.
2. Розробити математичну модель електрокардіосигналу плоду для розв'язання задачі його детектування на фоні біосигналів матері та різного роду завад.
3. Розробити метод та алгоритмічне забезпечення детектування електрокардіосигналу плоду на фоні біосигналів матері та різного роду завад на основі обґрунтованої математичної моделі.
4. Розробити програмне забезпечення детектування електрокардіосигналу плоду для комп'ютерних електрокардіографів та провести процес експериментального дослідження.

Об'єкт дослідження: процес детектування електрокардіосигналу плоду.

Предмет дослідження: метод та алгоритмічно-програмне забезпечення детектування електрокардіосигналу плоду у комп'ютерних електрокардіографах.

Методи дослідження: статистична обробка сигналів, енергетична теорія лінійних стохастичних сигналів, програмне забезпечення, Matlab.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше на базі синфазного методу опрацювання електрокардіосигналу плоду із урахуванням взаємкореляційних зв'язків між значеннями сигналу взятих через період корельованості розроблено алгоритмічно-програмне забезпечення ефективного детектування сигналу на фоні біосигналів матері та різного роду завад (апаратури, артефакти, зовнішні завади) для комп'ютерних електрокардіографів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблене алгоритмічно-програмне забезпечення для комп'ютерних електрокардіографах дає змогу детектувати електрокардіосигнал плоду на фоні біосигналів матері та різного роду завад.

Апробація результатів дипломної роботи.

Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на II Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (м. Тернопіль, 2019р.).

Обсяг і структура дипломної роботи.

Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 99 сторінках, списку використаних джерел 116 назв на 12 сторінках, додатків на 6 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 117 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих методів та способів детектування електрокардіосигналів плоду у комп'ютерних електрокардіографах 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 відомі комп'ютерні електрокардіографи та методи детектування електрокардіосигналу плоду на фоні біосигналів матері та інших завад. На підставі аналізу встановлено, що такі методи як адаптивне усунення, метод незалежних компонент, сліпе розділення сигналів та на побудоване на їх основі алгоритмічно-програмне забезпечення відомих комп'ютерних електрокардіографів не має логічної структури «серце плоду - електрокардіосигнал плоду – математична модель електрокардіосигналу плоду – метод опрацювання електрокардіосигналу плоду – алгоритмічно-програмне забезпечення – діагностичні ознаки». Втрата такої структури відображається у кількісно-якісних показників стану серця плоду за результатами опрацювання електрокардіосигналів при його детектуванні.

Тому розроблення алгоритмічно-програмного забезпечення комп'ютерних електрокардіографів на основі нового методу детектування електрокардіосигналу плоду з ядром адекватної математичної моделі є актуальною науковою задачею.

У другому розділі «Математичне моделювання електрокардіосигналу плоду» здійснено аналітику реалізаційного процесу ЕКС фетуса (плоду) зареєстрованого на поверхні живота мами шляхом дослідження частотних складових та визначення міри подібності його значень в часовому просторі.

За результатами аналітики реалізаційного процесу ЕКС фетуса розроблено модель його як стохастичне коливання з параметрами повторності його значень.

Така модель має інструментальне забезпечення для реалізації процесу детектування реалізаційного процесу ЕКС фетуса у сукупності із завадами (сигналами мами, артефакти та інші).

У третьому розділі «Метод детектування електрокардіосигналу плоду» описано спосіб визначення числового значення повтору реалізації процесу ЕКС фетуса, що є важливим параметром ритму фетуса при здійсненні процедури детектування сигналу.

При трактуванні реалізації процесу ЕКС фетуса як стохастичне коливання з параметрами повторності його значень обґрунтовано процедуру вибирання синфазного інструментарію для детектування сигналів фетуса на фоні сигналів мами та різнотипних завад.

На підґрунті синфазного інструментарію розроблено алгоритмічне забезпечення детектування реалізації процесу ЕКС фетуса з метою розробки його забезпечення програмного для комп'ютерних електрокардіографів.

У четвертому розділі «Програмне забезпечення та результати детектування реалізації процесу електрокардіосигналу фетуса» розроблено блок-схему забезпечення програмного для детектування реалізації процесу ЕКС фетуса, яка відображає усі програмні обчислювальні операції. Із використанням Matlab розроблено забезпечення програмне детектування реалізації процесу ЕКС фетуса із впливом на нього сигналів мами та шумів.

Отримані результати роботи забезпечення програмного у вигляді компонент подібності забезпечують визначення місця точної локалізації реалізації процесу ЕКС фетуса у суміші сигналів мами та шумів, що і є кількісно-точним показником його детектування.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» проаналізовано методику проведення медико-біологічного дослідження, зокрема процедуру реєстрації електрокардіосигналу плоду, та обґрунтовано вибір УДК напряму 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 31498,14 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,728 від максимального числа 1.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» зі сторони охорони праці обґрунтовано безпечність експлуатації комп'ютерного електрокардіографа та розробки його програмного забезпечення з точки зору охорони праці, а зі сторони безпеки в надзвичайних ситуаціях розглянуто питання стійкості роботи цехів та лабораторій по виготовленню ЕМА та заходи захисту виробничого персоналу. Опрацьовано які саме фактори впливають на стійкість роботи цехів та лабораторій по виготовленню ЕМА і які є способи щоб підвищити їх стійкість. У питанні організації протипожежного захисту та проведенню протипожежної профілактики у цехах по виготовленню друкованих плат ЕМА, було вивчено обов'язки керівників, протипожежні заходи і протипожежна профілактика.

У восьмому розділі «Екологія» проаналізовано питання програмного забезпечення еколого - статистичних досліджень та екологічної політики підприємства.

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 розроблено алгоритмічно-програмного забезпечення детектування реалізації процесу ЕКС фетуса у комп'ютерних електрокардіографах.

Отримано такі результати:

1. З результатами огляду відомих комп'ютерних електрокардіографів та методів детектування реалізації процесу ЕКС фетуса обґрунтовано спрямування дослідження наукового.

2. Розроблено модель математичну реалізації процесу ЕКС фетуса у вигляді стохастичного коливання з параметрами повторності його значень для задачі його детектування на фоні сигналів мами та шуму, яка інструментарій оцінювання параметрів амплітуд та часових параметрів ЕКС фетуса в усьому часовому просторі.

3. Розроблено метод та забезпечення алгоритмічне детектування реалізації процесу ЕКС фетуса на фоні сигналів мами та шуму на основі розробленої ї моделі

та синфазного інструментарію опрацювання ЕКС фетуса із урахуванням зв'язків взаємних між його значеннями сигналу відібраних через значення простору серцевого.

4. В пакеті MATLAB розроблено забезпечення програмне для детектування ЕКС фетуса для комп'ютерних електрокардіографів, за результатами якого отримано значення компонент подібності, які уможливили визначення місця точної локалізації реалізації процесу ЕКС фетуса у суміші сигналів мами та шумів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Цимбаліста З. С. Аналіз відомих методів детектування електрокардіосигналів плоду на фоні матері / Цимбаліста З. С. // Матеріали II Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2019. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 174. — (Біомедична інженерія).

АНОТАЦІЯ

Цимбаліста Зоряна Сергіївна. Алгоритмічно-програмне забезпечення детектування електрокардіосигналів плоду у комп'ютерних електрокардіографах. — Рукопис.

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

У дипломній роботі розроблено метод, алгоритм та програмне забезпечення детектування електрокардіосигналів плоду у комп'ютерних електрокардіографах.

На базі синфазного методу опрацювання електрокардіосигналу плоду із урахування взаємкореляційних зав'язків між стаціонарними компонентами розроблено алгоритмічне забезпечення детектування електрокардіосигналів плоду у комп'ютерних електрокардіографах на фоні різного виду перешкод (біосигнали та артефакти матері, завади апаратури та інші).

На основі алгоритмічне забезпечення розроблено програмне забезпечення детектування електрокардіосигналів плоду у комп'ютерних електрокардіографах із використанням програми Matlab.

Ключові слова: електрокардіосигнал, плід, детектування, алгоритмічно-програмне забезпечення, комп'ютерний електрокардіограф, Matlab.

ANNOTATION

Tsymbalista Zoryana. An algorithmic software for fetal electrocardiograms detecting in computer electrocardiographs. - Manuscript.

Master's diplom work on specialty 163 «Biomedical Engineering», Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

In the diplom work the method, algorithm and software of detection of fetal electrocardiosignal in computer electrocardiographs were developed.

On the basis of the synphase method of processing of the electrocardiograph of the fetal, taking into account the inter-correlation relations between the stationary components, algorithmic support for detecting the electrocardiosignal of the fetal in computer electrocardiographs against the background of various types of interference (biosignals and other artifacts) was developed.

Algorithmic software is based on the software of fetal electrocardiosignal signaling in computer electrocardiographs using Matlab software.

Keywords: electrocardiosignal, fetal, detection, algorithmic software, computer electrocardiograph, Matlab.