

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

**Косик Віталій Ярославович**

*УДК 612.17+519.688*

**ОПРАЦЮВАННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ МЕТОДОМ  
СТАЦІОНАРНИХ КОМПОНЕНТ**

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 кафедри біотехнічних систем  
**Дедів Леонід Євгенович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри приладів і  
контрольно-вимірювальних систем  
**Чайковський Андрій Вікторович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 10<sup>00</sup> 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.** Основним джерелом інформації про стан та роботу серцево-судинної системи людини є метод електрокардіографії, що полягає в реєстрації на поверхні тіла пацієнта електричних сигналів, які є результатом роботи серцевого м'яза. В основі цього методу лежить реєстрація та аналіз так званого електрокардіосигналу (ЕКС), в структурі якого міститься інформація про протікання процесів деполяризації та реполяризації шлуночків і передсердь. Метод електрокардіографії застосовується для діагностування великої кількості різного роду захворювань та порушень у роботі серця (патологічних станів). Якість інформації, яка отримується в результаті опрацювання ЕКС, визначається обґрунтованістю і адекватністю методів опрацювання таких сигналів їх фізичній природі та поставленій задачі.

Відповідно до проведеного аналізу параметрів та характеристик ЕКС встановлено, що таким сигналам притаманна певна коливна структура. Зокрема подібного типу сигнали можна віднести до періодичних, циклічних чи ритмічних біосигналів. Перший тип подання використовується в основному для задач імітаційного моделювання – розроблення тестових сигналів для перевірки методів опрацювання цих сигналів автоматизованими діагностичними комплексами. Для проведення діагностування застосовується подання біосигналів як ритмічних чи циклічних процесів, а розпізнавання патологічних станів проводиться шляхом оцінювання змін у коливній структурі біосигналів, оскільки такі зміни свідчать про порушення роботи тих відділів відповідних фізіологічних систем, які генерують сигнали збудження основних ритмів в сигналах. В сучасних медичних кардіодіагностичних системах для отримання діагностичної інформації з ЕКС застосовуються в основному методи гармонічного та спектрально-кореляційного аналізу, що ґрунтуються на поданні такого роду сигналів у вигляді суміші періодичного процесу та стаціонарного випадкового процесу. Однак, такі методи опрацювання мають обмежені можливості щодо оцінювання змін у часово-фазовій структурі ЕКС, що є важливим для виявлення часових моментів появи змін у роботі структурних елементів серця. Іншим підходом до розроблення методів опрацювання ЕКС є віднесення його до групи сигналів із скінченною середньою потужністю, зокрема – класу періодично корельованих випадкових процесів, із наступним застосуванням синфазного, компонентного чи фільтрового методів його опрацювання. Такі методи є адекватними фізичній природі ЕКС та мають засоби оцінювання змін у часово-фазовій структурі, однак відрізняються складністю та тривалістю опрацювання.

В роботі проводиться обґрунтування етапів опрацювання ЕКС методом стаціонарних компонент, який визначається математично. моделлю ЕКС у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, та можливостей цього методу по відношенню до задачі оцінювання змін у часово-фазовій структурі таких сигналів.

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є застосування до опрацювання електрокардіосигналу методу стаціонарних компонент. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести огляд літературних джерел за тематикою досліджень;
2. Провести аналіз етапів опрацювання біосигналів, зокрема електрокардіографічного в системах медичної діагностики;
3. Провести аналіз адекватності відомих методів опрацювання електрокардіосигналу його фізичній природі та задачі медичної діагностики;
4. Провести аналіз методів опрацювання електрокардіосигналу при поданні його у вигляді періодично корельованого випадкового процесу;
5. Обґрунтувати основні етапи опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент та дати фізичну інтерпретацію отриманих результатів;
6. Провести експериментальний аналіз реалізації електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент.

**Об'єкт дослідження:** процес опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент.

**Предмет дослідження:** метод стаціонарних компонент опрацювання електрокардіосигналу, як засобу перенесення інформації про роботу серця.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Розроблено процедуру опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент для задачі медичної діагностики.

**Практичне значення одержаних результатів.** Одержані результати можуть бути використані для розроблення систем автоматизованого діагностування патологічних станів серцево-судинної системи людини.

**Публікації.** За матеріалами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано тези доповідей на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології».

**Структура та обсяг.** Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 90 сторінках, списку використаних джерел з 27 назв на 3 сторінках, додатків на 8 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 98 сторінок.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано 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 і семінарах.

У **першому розділі** «Задача опрацювання електрокардіосигналу» проаналізовано фізичну природу та структуру ЕКС, його основні морфологічні та частотні параметри, що містять діагностичну інформацію. Проаналізовано методи опрацювання ЕКС в кардіографічних системах на основі аналізу принципів роботи програмного забезпечення таких систем.

**У другому розділі** «Методи математичного опису електрокардіосигналу» проаналізовано методи опрацювання ЕКС, сформовано вимоги до математичної моделі ЕКС та фактори, що впливають на прийняття діагностичного рішення.

Розглянуто детерміновані та ймовірнісні моделі ЕКС.

**У третьому розділі** «Метод опрацювання електрокардіосигналу» проаналізовано когерентний метод опрацювання ЕКС. Розроблено алгоритм обробки ЕКС методом стаціонарних компонент. Суть цього методу передбачає формування стаціонарних компонент і оцінювання їхніх статистичних оцінок, зокрема моментів першого порядку.

Запропоновано визначення величини періоду корельованості ЕКС проводити за спектром густини потужності.

**У четвертому розділі** «Експериментальна верифікація методу стаціонарних компонент» розроблено програмну реалізацію методу стаціонарних компонент (алгоритм та програма в середовищі Matlab). Створено тестовий детермінований сигнал та проведено його опрацювання методом стаціонарних компонент. Для верифікації проведено опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент. Результати підтвердили узгодження теоретичних та емпіричних даних.

**У п'ятому розділі** «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору 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 42147,2 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 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» розглянуто вимоги з забезпечення безпечних умов праці при роботі з електрокардіографом ЕКГ1201 для безпечної роботи обслуговуючого персоналу та порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій, режим зони надзвичайної екологічної ситуації, долікарську допомогу при шоку.

**У восьмому розділі** «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, основні джерела забруднення довкілля, що виникають у результаті виготовлення електрокардіографів, заходи щодо зменшення забруднення довкілля.

## **ВИСНОВКИ**

1. Проведено аналіз літературних джерел та обґрунтовано актуальність теми роботи;

2. Проведено аналіз фізичної природи ЕКС та основних його параметрів. Проаналізовано методи опрацювання таких сигналів. Розглянуто подання

електрокардіосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу та методи його опрацювання.

4. Розглянуто когерентний метод опрацювання електрокардіосигналу. Розроблено процедуру опрацювання такого роду сигналів методом стаціонарних компонент.

5. Розроблено метод оцінювання значення періоду корельованості електрокардіосигналу.

6. Розроблено програмну реалізацію методу стаціонарних компонент (алгоритм та програма в середовищі Matlab). Створено тестовий детермінований сигнал (проведено імітаційне моделювання) та проведено його опрацювання методом стаціонарних компонент. Для верифікації проведено опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент. Результати підтвердили узгодження теоретичних та емпіричних даних.

## **ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ**

1. Косик В. Опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент / В. Косик // Матеріали VII науково-технічної конфції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. –10с.

## **АНОТАЦІЯ**

Косик В.Я. Опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено питанням статистичного опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент. Проведено аналіз відомих математичних моделей та методів опрацювання електрокардіосигналу, обґрунтовано вибір математичної моделі його у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, розглянуто синфазний метод опрацювання та розроблено процедуру опрацювання електрокардіосигналу методом стаціонарних компонент.

Ключові слова: електрокардіосигнал, метод статистичного опрацювання, періодично корпельований випадковий процес.

## **ABSTRACT**

Kosik V.Ya. Electrocardiosignal processing by stationary component method. - Manuscript. Qualifying Work, Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil, 2019.

Master's qualification work is devoted to the questions of statistical processing of electrocardiosignal by the method of stationary components. The analysis of known mathematical models and methods of electrocardiosignal processing is performed, the choice of mathematical model of it in the form of periodically correlated random process is substantiated, the sinphase method of processing is considered, and the procedure of electrocardiosignal processing by the method of stationary components is developed.

Key words: electrocardiosignal, method of statistical processing, periodically correlated random process.