

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

**Баліхін Вадим Владиславович**

*УДК 612.15:519.218*

**ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ СФІГМОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ  
СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ПЕРИФЕРІЙНОГО КРОВООБІГУ**

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 медичних наук,  
доцент кафедри біотехнічних систем  
**Гевко Олена Василівна,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри радіотехнічних систем  
**Дедів Ірина Юріївна,**  
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.** За даними ВООЗ (2017 р.) у всьому світі смертність від серцево-судинних захворювань займає перше місце (30% від усіх захворювань), за даними World Health Statistics (2017 р.) - 9,7% захворювань судин, 12,2% захворювань серця. Для розв'язання задач визначення параметрів судин і способів оцінювання їх застосовують сфінгографічні системи, які базуються на опрацюванні сигналів пульсової хвилі (сфінгографічного сигналу). Важливим є питання оцінювання методів опрацювання сфінгографічних сигналів для визначення точності отриманих результатів опрацювання.

Для тестування методів опрацювання, оцінювання достовірності результатів опрацювання сфінгографічного сигналу цими методами і, відповідно, алгоритмів та програмного забезпечення сфінгографічних діагностичних систем, необхідно розробити імітаційну модель такого сигналу, яка б враховувала у своїй структурі основні параметри медичної норми та патології стану серцево-судинної системи.

Під сфінгографією розуміють метод дослідження гемодинаміки і діагностики деяких форм патології серцево-судинної системи, який базується на графічній реєстрації пульсових коливань стінки кровоносної судини [1,2]. Інформативними при цьому є амплітуди характерних точок сфінгографічного сигналу, часові тривалості окремих півхвиль сигналу, періодні зміни. Саме ці параметри повинна враховувати у своїй структурі імітаційна модель сфінгографічних сигналів.

Відповідно, актуальним є розроблення імітаційної моделі сфінгографічних сигналів для задачі тестування сфінгографічних систем.

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є розроблення імітаційної моделі сфінгографічних сигналів.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- провести аналіз відомих фізичної природи сфінгографічних сигналів та способів прояву у їхній структурі ознак порушень у роботі системи периферійного кровообігу;
- проаналізувати способи математичного опису сфінгографічних сигналів з метою застосування їх до побудови імітаційної моделі;
- розглянути особливості та методикку відбору сфінгографічних сигналів для врахування їхнього впливу в імітаційній моделі;
- провести комп'ютерне імітаційне моделювання сфінгографічного сигналу.

**Об'єкт дослідження:** процес імітаційного моделювання сфінгографічного сигналу.

**Предмет дослідження:** Імітаційна модель сфінгографічного сигналу.

**Методи дослідження.** побудовано на основі теорії стаціонарних випадкових процесів з використанням спектрально-кореляційних методів та на основі енергетичної теорії стохастичних сигналів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Розроблено імітаційну модель сфінгографічного сигналу, яка враховує у своїй структурі ознаки норми та патології системи периферійного кровообігу.

**Практичне значення одержаних результатів.** Одержані результати можуть бути використані для задач тестування систем діагностики периферійного кровообігу.

**Публікації.** Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися 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 85 сторінках, списку використаних джерел з 20 назв на 2 сторінках, додатків на 2 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 90 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 діагностики за сфігмографічним сигналом» проаналізовано фізичну природу та параметри сфігмографічних сигналів. Проаналізовано основні способи відбору таких сигналів та вимоги до засобів відбору з метою уточнення вимог до імітаційної моделі сфігмографічних сигналів.

**У другому розділі** «Способи отримання сфігмографічних сигналів» з метою врахування і імітаційній моделі сфігмографічного сигналу необхідних параметрів реального сигналу при нормі та патології проаналізовано фізичну суть відбору таких сигналів.

Встановлено, що поширеними сьогодні є неінвазивні методи отримання сфігмографічних сигналів шляхом вимірювання степені ослаблення інтенсивності світлового сигналу, який проходить через ділянки тіла (наприклад пальця чи мочки вуха) або при відбитті його від поверхні шкіри людини. В першому випадку ослаблення є викликане зміною об'єму крові в кровоносних судинах. В другому випадку відбувається амплітудна модуляція відбитого світла пульсаціями кровоносних судин. При цьому в структурі сигналу присутня змінна та постійна складові. Друга складова є малоінформативною.

Також розглянуто способи математичного опису та види математичних моделей сфігмографічного сигналу для врахування важливих з точки зору діагностики параметрів таких сигналів у їхній імітаційній моделі.

**У третьому розділі** «Відбір сфігмографічного сигналу» проаналізовано принцип роботи пульсоксиметрів та оксипульсоксиметрів, які можуть бути використані для відбору сфігмографічних сигналів плетизмографічним методом.

**У четвертому розділі** «Комп'ютерне імітаційне моделювання сфігмографічного сигналу» Розроблено імітаційну модель сфігмографічного сигналу у вигляді вектора значень такого сигналу із періодичним продовженням. Встановлено, що найпростішим способом задання одного періоду сигналу є формування вектора значень її амплітуд через рівні проміжки часу.

Розроблено імітаційну модель сфігмографічного сигналу у вигляді суміші зниклих синусоїд.

**У п'ятому розділі** «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору УДК на пряму 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 33489,24 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється 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 забезпечення стійкості роботи об'єктів зв'язку, радіомовлення і телебачення до дії вражаючих факторів надзвичайних ситуацій, організація та проведення оповіщення робітників і службовців підприємства та населення з використанням систем автоматизованого і централізованого оповіщення цивільного захисту на об'єкті що проектується.

**У восьмому розділі** «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, шкідливий вплив на довкілля при виготовленні сфігмометра, заходи по охороні навколишнього середовища при промислових процесах виготовлення даного сфігмометра.

## **ВИСНОВКИ**

В результаті виконання роботи отримано наступні результати.

Проведено аналіз природи та параметрів сфігмографічного сигналу та встановлено, що такий сигнал несе відомості про стан периферійного кровообігу та використовується як додаткове джерело інформації при діагностуванні його різних захворювань.

З метою врахування і імітаційній моделі сфігмографічного сигналу необхідних параметрів реального сигналу при нормі та патології проаналізовано фізичну суть самого процесу відбору таких сигналів. Встановлено, що поширеними сьогодні є неінвазивні методи отримання сфігмографічних сигналів шляхом вимірювання степені ослаблення інтенсивності світлового сигналу, який проходить через ділянки тіла (наприклад пальця чи мочки вуха) або при відбитті його від поверхні шкіри людини. В першому випадку ослаблення є викликане зміною об'єму крові в кровоносних судинах. В другому випадку відбувається амплітудна модуляція відбитого світла пульсаціями кровоносних судин. При цьому в структурі сигналу присутня змінна та постійна складові. Друга складова є малоінформативною.

Також розглянуто способи математичного опису та види математичних моделей сфігмографічного сигналу для врахування важливих з точки зору діагностики параметрів таких сигналів у їхній імітаційній моделі.

Розроблено імітаційну модель сфігмографічного сигналу у вигляді вектора значень такого сигналу із періодичним продовженням. Встановлено, що найпростішим способом задання одного періоду сигналу є формування вектора значень її амплітуд через рівні проміжки часу. Також запропоновано імітаційну модель сфігмографічного сигналу у вигляді суміші зниклих синусоїд. Результати експериментального моделювання в середовищі Matlab показали відповідність імітованих та реальних сигналів.

## **ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ**

1. Баліхін В. Імітаційна модель сфігмографічного сигналу / В. Баліхін, Н. Карпович // Матеріали VII науково-технічної конфіції «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. – с.3.

## **АНОТАЦІЯ**

Баліхін В.В. Імітаційна модель сфігмографічного сигналу для систем діагностики периферійного кровообігу. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Роботу присвячено питанням розроблення імітаційної моделі сфігмографічних сигналів для задачі тестування програмного забезпечення систем діагностики периферійного кровообігу. Розглянуто природу сфігмографічних сигналів, їхні параметри, та сформульовано вимоги до імітаційної моделі. Розроблено імітаційну модель у вигляді вектора значень сигналу в межах періоду з періодичним його повторенням та у вигляді суміші зниклих синусоїд.

Ключові слова: сфігмографічний сигнал, діагностика, система кровообігу.

## **ABSTRACT**

Balikhin V.V. Simulation model of sphygmographic signal for systems of peripheral circulation diagnostic. – Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The work is devoted to the development of a simulation model of sphygmographic signals for the task of testing the software of systems of diagnostics of peripheral circulation. The nature of sphygmographic signals, their parameters, and requirements for the simulation model are considered. A simulation model is developed as a vector of signal values within a period with its periodic repetition and as a mixture of stagnant sinusoids.

Key words: sphygmographic signal, diagnostics, circulatory system.