

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА  
ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**КРАВЧУК АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ**

УДК 004.4:612.16:519.213

**КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ГЕНЕРУВАННЯ  
ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ ЛЮДИНИ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж  
**Хвостівський Микола Орестович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри приладів і контрольно-вимірювальних  
систем  
**Стрембіцький Михайло Олексійович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 грудня 2019 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 603.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Для визначення функціонального стану кровеносних судин людини за сигналами пульсу у вигляді пульсової хвилі (ПХ) застосовують комп'ютерні медико-діагностичні системи (КМДС) такі як Mobil-O-Graph, Endo-Pat2000, BPLab, PulseTrace PCA2, Arteriograph 24, BPro, Oscar 2, Somnotouch NIBP та інші.

Ефективність та коректність визначення функціонального стану кровеносних судин людини шляхом обробки ПХ у відомих системах залежить від структури математичної моделі сигналу та розробленої на її основі комп'ютерної імітаційної моделі як засобу генерування ПХ для тестування алгоритмічного та програмного забезпечення медичних комп'ютерних діагностичних систем.

Відомі комп'ютерні системи, які генерують тестові сигнали ПХ базуються на імітаційних моделях у вигляді рівнянь Нав'є-Стокса (І. Заячук, О. Пирогов), гармонічної моделі (Н.В. Мужичька), гармонічного коливання з експоненціальним затуханням (Ю.П. Акулов, Н.Ю. Михайлов), суміші випадкової та детермінованої компонент (А.И. Черненко, С.В. Самков) та суми двох функцій з нормальним законом розподілу (Л.В. Хвостівська). Ці моделі не враховують у своїх структурах поєднання параметрів випадковості, повторності та варіації фазових показників у часі, що є притаманним для реальних ПХ.

Отже, розроблення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини на базі їх імітаційної моделі, яка врахує у своїй структурі випадковість, повторність та зміну фази коливання для задачі тестування алгоритмічного та програмного забезпечення КМДС є актуальною науковою задачею.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є розроблення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести огляд математичного забезпечення комп'ютерних систем генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини з метою вибору напряму наукового дослідження.

2. Розробити імітаційну модель тестових сигналів пульсової хвилі людини, яка забезпечить врахування у своїй структурі поєднання параметрів випадковості, повторності та варіації фазових показників у часі.

3. Розробити алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

4. Провести процес тестування комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини та оцінити точність роботи.

**Об'єкт дослідження:** процес генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

**Предмет дослідження:** комп'ютерна система генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

**Методи дослідження:** для програмної реалізації імітації пульсової хвилі використано теорію випадкових процесів та пакет прикладних програм MATLAB.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

Вперше розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини на базі імітаційної моделі пульсової хвилі у вигляді двох функцій Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму, що забезпечило процедуру точно тестування роботи комп'ютерних медико-діагностичні систем.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що розроблене програмне забезпечення генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини може бути практично застосоване при тестуванні алгоритмічного та програмного забезпечень комп'ютерних медико-діагностичні систем.

**Апробація.** Викладені в роботі результати будуть доповідалися і обговорюватися на II Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Сучасні інформаційні системи та технології» (м.Херсон, 30 листопада, 2019 р.) та VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (м.Тернопіль, 11-12 грудня, 2019 р.).

**Структура та обсяг.** Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається із вступу, шести розділів, висновків, список використаних джерел та додатків. Обсяг роботи: пояснювальна записка – 132 аркушів формату А4, графічна частина - 13 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** шляхом аналізу відомих комп'ютерних систем генерування тестових сигналів пульсової хвилі 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 «Аналіз стану проблеми за напрямом наукового дослідження»** наведено аналіз відомих комп'ютерних системи визначення стану кровоносних судин людини та їх діагностичні можливості їх забезпечення (алгоритмічного та програмного). Встановлено тестування коректності роботи відомих систем залежить від комп'ютерної системи генерування тестових сигналів як засобу перевірки коректності роботи методу, алгоритму та ПЗ обробки пульсових сигналів як показників визначення стану судин людини.

Аналізом відомих імітаційних моделей ПХ, які є ядрами процесу генерування тестових сигналів, встановлено, що вони є обмеженим щодо опису реальних сигналів і тому не забезпечують достатню точність перевірки. Тому розробка нової комп'ютерної системи генерування тестових сигналів ПХ людини є актуальною задачею при тестуванні КС.

**У другому розділі «Математичне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини»** наведено етапи розроблення математичного забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів ПХ на основі імітаційної моделі у вигляді суми двох функцій Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму. Така модель забезпечує поєднання у собі випадковості, повторності та зміни фази

коливання хвиль для задачі роботи комп'ютерно-медичних діагностичних систем. На основі математичного забезпечення розроблено алгоритмічне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів, що забезпечує розроблення програмного забезпечення комп'ютерної системи з інтерфейсом користувача.

У третьому розділі «Програмне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини» на базі алгоритмічного забезпечення розроблено програмне забезпечення КС генерування тестових сигналів ПХ з графічним інтерфейсом в середовищі MATLAB. Розроблена комп'ютерна система забезпечує генерування ПХ як детермінованої так випадкової з параметрами часу, амплітуд, варіації фази коливання хвиль.

Результати генерування ПХ по формі за амплітудними та часовими параметрами є майже тотожними, що вказує на точність роботи КС при тестуванні алгоритмічного та програмного забезпечення комп'ютерно-медичних діагностичних систем.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 29974,56 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,735 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» обґрунтовано безпечність експлуатації комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі з точки зору охорони праці та проаналізовано питання заходів по підвищенню стійкості об'єктів, що використовують комп'ютерні системи генерування тестових сигналів, в надзвичайних ситуаціях та захисту персоналу об'єктів та членів сім'ї описано заходи особистої безпеки персоналу цехів, лабораторії по виготовленню комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі.

У шостому розділі «Екологія» проаналізовано питання енергозбереження і його роль у вирішенні екологічних проблем та ролі науково-технічного прогресу в забезпеченні якісного стану довкілля.

У загальній висновках до дипломної роботи наведено результати виконання розділів дипломної роботи щодо розроблення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

У додатках наведено тексти програмного забезпечення, розроблені для ПК (ОС Windows) та копії тез конференції.

У графічній частині до дипломної роботи магістра проілюстровано основні наукові та практичні результати щодо розроблення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного порівняльного аналізу математичного забезпечення комп'ютерних систем генерування тестових сигналів пульсової хвилі обґрунтовано напрям наукового дослідження.

2. Розроблено імітаційну модель тестових сигналів пульсової хвилі людини у вигляді у вигляді двох функцій Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму ядра комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі, що забезпечило врахування у її структурі параметрів випадковості, повторності та варіації фазових показників у часі.

3. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення з інтерфейсом користувача в середовищі MATLAB комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини, яке забезпечує процес тестування забезпечення (математичного, алгоритмічного, програмного) комп'ютерних медико-діагностичні системи.

4. Проведено процес тестування комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини та встановлено, що генеровані реалізації сигналів по формі за амплітудними та часовими параметрами є майже тотожними по відношення до реальних сигналів, що вказує на високу точність роботи системи.

## СПИСОК ОПУБЛКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Хвостівська Л.В., Кравчук А., Хвостівський М.О. Комп'ютерний генератор тестових сигналів пульсової хвилі судин людини. II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Сучасні інформаційні системи та технології», (30 листопада, 2019 р., м.Херсон). Херсон, 2019. С.106-107.

2. Кравчук А. Хвостівський М., Моха К. Комп'ютерні системи генерування тестових сигналів кровеносних судин та сітківки ока людини. VII науково-технічна конференція «Інформаційні моделі, системи та технології» (м.Тернопіль, 11-12 грудня, 2019 р.). Тернопіль. С.130

## АНОТАЦІЯ

Кравчук Анатолій Іванович. Комп'ютерна система генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини. – Рукопис.

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 123 Комп'ютерна інженерія, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2019.

У дипломній роботі розроблено комп'ютерну систему генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини на базі імітаційної моделі у вигляді двох функцій Гауса адитивного характеру з присутнім впливом білого гаусового шуму. Така

модель забезпечує урахування у її структурі випадковості, періодичності та варіації фази коливання. Імітаційна модель забезпечує процедуру генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини за апріорно відомими медичними показниками для тестування комп'ютерних медичних діагностичних систем.

На основі імітаційної моделі реалізовано алгоритмічне забезпечення комп'ютерної системи генерування тестових сигналів пульсової хвилі людини. Алгоритмічне забезпечення уможливило розробити програмне забезпечення комп'ютерної системи із застосуванням засобу Matlab.

Ключові слова: КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, ГЕНЕРУВАННЯ ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ПУЛЬСОВОЇ ХВИЛІ ЛЮДИНИ, МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, MATLAB.

### ANNOTATION

Kravchuk Anatoly. Computer system of text signals generation of human pulse wave. – Manuscript.

Master's diploma work on specialty 123 Computer engineering, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The Master thesis developed a computer system for generating human pulse wave test signals based on a simulation model in the form of two Gauss additive functions with the presence of white Gaussian noise. Such a model provides for taking into account in its structure the randomness, periodicity and variation of the phase of oscillation. The simulation model provides a procedure for generating human pulse wave test signals according to a priori known medical parameters for testing computer medical diagnostic systems.

Based on the simulation model, an algorithmic software for the computer system for generating human pulse wave test signals is implemented. Algorithmic software made it possible to develop computer system software using Matlab

Keywords: COMPUTER SYSTEM, GENERATION OF PULSE WAVES TEST SIGNALS, MATHEMATICAL SOFTWARE, ALGORITHMIC SOFTWARE, SOFTWARE, SIMULATION MODEL, MATLAB.