

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

**ГОРБОВИЙ ІВАН АНАТОЛІЙОВИЧ**

УДК 612.2:519.2:519.688

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ  
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЕГЕНЬ 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 контрольних-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.** Розроблення комп'ютерної системи для задачі ідентифікації стану легень людини є актуальною задачею. Система дає змогу отримувати діагностичні ознаки як індикатори стану легень людини шляхом реєстрації сигналів дихання та подальшого його аналізу засобами математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення.

Аналізом відомих комп'ютерних систем ідентифікації стану легень людини (Steth IO (США), 3M Littmann 3200 (США), AMD-3750 (США) та інші) встановлено, що вони є обмеженими щодо аналізу сигналів дихання із метою отримання додатково асортименту діагностичних ознак, кількість яких визначається можливостями математичного забезпечення.

Математичне забезпечення сучасних комп'ютерних систем ідентифікації стану легень людини побудовано на базі математичних моделей сигналів дихання та методів їх аналізу.

Серед відомих математичних моделей сигналів дихання виділено:

- детерміновані моделі: суміші періодичних функцій (Аль-Нажжар, Номан Каид, Вовк І.В., Wolf J.J.) – прості алгоритми щодо їх реалізації, проте не враховує стохастичної природи сигналу;
- стохастичні моделі: стаціонарний випадковий процес (Коренбаум В.І., Hurd Н.Л.) – не уможливають поєднання періодичності із випадковістю, що є властивим для реальних сигналів дихання.

На базі математичних моделей сигналів дихання в відомих комп'ютерних систем ідентифікації стану легень людини реалізовано методи кореляційного, спектрального, спектрально-кореляційного та морфологічного аналізу сигналів, які уможливають розроблення алгоритмічного та бази нього програмного забезпечення.

Програмне забезпечення відомих комп'ютерних систем, яке розроблено на базі математичного та алгоритмічного забезпечень, дає змогу отримати низку діагностичних ознак функціонального стану легень людини, проте розширення їх асортименту для підвищення точності діагнозу є актуальною задачею.

Отже, розроблення математичного, алгоритмічного та програмного забезпечень комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини для розширення асортименту діагностичних ознак є актуальною науковою задачею.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є розробка математичного та програмного забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз забезпечення відомих комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Розробити математичне забезпечення комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини на базі обґрунтування математичної моделі сигналів дихання та методів їх опрацювання для розв'язання задачі розширення

асортименту діагностичних ознак.

3. Розробити алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини на базі математичного забезпечення для опрацювання експериментальних даних сигналів дихання.

4. Проаналізувати результати роботи забезпечень (математичного, алгоритмічного, програмного) комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини.

**Об'єкт дослідження:** процес розробки програмного забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини.

**Предмет дослідження:** математичне та алгоритмічне забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини.

**Методи дослідження:** методи цифрової обробки сигналів, енергетична теорія стохастичних лінійних сигналів, пакет прикладних програм MATLAB.

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

Вперше на математичній моделі сигналів дихання у вигляді періодично корельованого випадкового процесу та синфазного методу опрацювання розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини, що забезпечило процедуру розширення асортименту діагностичних ознак.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у тому, що розроблене програмне забезпечення може бути інтегроване у існуючі комп'ютерні системи діагностики функціонального стану легень людини.

**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 – 115 аркушів формату А4, графічна частина - 11 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** шляхом аналізу відомих комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини та їх забезпечення 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»** проведено порівняльний аналіз відомих комп'ютерних систем діагностики стану легень людини, зокрема їх діагностичні можливості, математичне забезпечення, а саме їх математичні моделі сигналів дихання та методів їх аналізу, як ядра алгоритмічного та програмного забезпечення.

В результаті аналізу обґрунтовано необхідність розроблення нового

математичного забезпечення, і, відповідно, алгоритмічного та програмного, для комп'ютерних систем системи ідентифікації стану легень людини.

Враховуючи механізм породження сигналів дихання і той факт, що для відомих задач розпізнавання функціонального стану легень людини за сигналами дихання необхідні дані є у фазово-часовій структурі сигналу, тому доцільно проаналізувати його характеристики, і на базі чого обґрунтувати вибір адекватної математичної моделі як ядра комп'ютерних систем ідентифікації стану легень людини.

**У другому розділі «Математичне та алгоритмічне забезпечення комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини»** наведено аспекти розробки технічного, математичного та алгоритмічного забезпечення комп'ютерної системи діагностики стану функціонування легень людини.

Наведено структуру комп'ютерної системи, яка забезпечує процес реєстрації та опрацювання/аналізу сигналів дихання як показників функціонування легень людини. З урахуванням того, що система за результатами опрацювання сигналів дихання формує діагностичний висновок, тому розроблено математичну модель сигналу та метод його опрацювання як основи математичного забезпечення. Математичне забезпечення в основі з матмоделю та методом опрацювання сигналів дихання є основою щодо розробки алгоритмічного забезпечення системи у вигляді вербального подання та за допомогою алгебри алгоритмів, яка забезпечила оптимізацію його складності як важливого показника ефективності опрацювання сигналів дихання.

**У третьому розділі «Програмне забезпечення комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини»** в середовищі MATLAB утиліти GUIDE розроблено програмне забезпечення комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини із графічним інтерфейсом, яке забезпечує автоматизований процес опрацювання сигналів дихання та формує їх результат у вигляді амплітудних спектрів, розподілу потужності та кореляційних компонент як показників стану легень людини.

**У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 58386,70 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,717 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 діагностики функціонального стану легень людини з точки зору охорони праці та проаналізовано оптимальні комфортні умови у виробничих приміщеннях по виготовленню комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини.

У шостому розділі «Екологія» проаналізовано питання формування бази статистичних даних в екології і моніторингу довкілля та система спостережень за впливом на довкілля антропогенних факторів.

У **загальній висновках** до дипломної роботи наведено результати виконання розділів дипломної роботи щодо розроблення математичного та програмного забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень 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 математичного та програмного забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розробки математичного та програмного забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено аналіз забезпечення відомих комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини, що забезпечило обґрунтування вибору напрямку наукового дослідження.

2. Розроблено математичне забезпечення комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини на базі обґрунтування математичної моделі сигналів дихання у вигляді випадкових процесів із періодичними характеристиками та синфазного методу опрацювання, що забезпечило розширення асортименту діагностичних ознак.

3. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини в програмному середовищі MATLAB (утиліта Guide) на базі математичного забезпечення, що забезпечило процедуру опрацювання експериментальних даних сигналів дихання.

4. Проаналізовано результати роботи забезпечень (математичного, алгоритмічного, програмного) комп'ютерних систем діагностики функціонального стану легень людини.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Горбовий І.А., Хвостівський М.О., Величко Д.В. Математичне та алгоритмічне забезпечення комп'ютерної системи ідентифікації стану легень людини. II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Сучасні інформаційні системи та технології», (30 листопада, 2019 р., м.Херсон). Херсон, 2019. С.32-33.

2. Мельничук А., Хвостівський М., Горбовий І. Забезпечення комп'ютерних діагностичних систем. VII науково-технічній конференцій

«Інформаційні моделі, системи та технології» (м.Тернопіль, 11-12 грудня, 2019 р.).  
Тернопіль. С.129

## АНОТАЦІЯ

Горбовий Іван Анатолійович. Математичне та програмне забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини. – Рукопис.

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

Дипломну роботу присвячено розроблені програмного забезпечення комп'ютерної системи діагностики функціонального стану легень людини на математичному забезпеченні з ядром моделі сигналів дихання у вигляді періодично корельованого випадкового процесу та методу його аналізу.

На основі математичного забезпечення комп'ютерної системи розроблено його алгоритмічне забезпечення як основи розробки програмного забезпечення.

Використовуючи пакет MATLAB розроблено програмне забезпечення з інтерфейсом, яке забезпечує процес автоматизованого опрацювання сигналів дихання для розширення асортименту діагностичних ознак, які формує комп'ютерна система діагностики функціонального стану легень людини.

Ключові слова: КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, ДІАГНОСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЕГЕНЬ ЛЮДИНИ, МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, MATLAB.

## ANNOTATION

Horbovyu Ivan. Mathematical support and software of computer system for human lungs functional diagnostics. – Manuscript.

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

The Master thesis is devoted to the development of software of the computer system for diagnostics of the functional state of human lungs on mathematical providing with the core of the model of respiratory signals in the form of a periodically correlated random process and a method of its analysis.

Based on the mathematical support of the computer system, its algorithmic software was developed as the basis for software development.

Using MATLAB, software has been developed with an interface that provides the process of automated processing of respiratory signals to expand the range of diagnostic features formed by a computer system for the diagnosis of human lung functional status.

Keywords: COMPUTER SYSTEM, HUMAN LUNGS FUNCTIONAL DIAGNOSTICS, MATHEMATICAL SOFTWARE, ALGORITHMIC SOFTWARE, SOFTWARE, MATLAB.