

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

КОСТИК ВАСИЛЬ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 519.21:612.2

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИХАЛЬНОГО ШУМУ ДЛЯ ВЕРИФІКАЦІЇ
АЛГОРИТМІВ РОБОТИ АУСКУЛЬТАТИВНИХ СИСТЕМ**

163 «Біомедична інженерія»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор,
професор кафедри радіотехнічних систем
Яворський Богдан Іванович,
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 22 лютого 2017 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 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. Порушення роботи дихальної системи проявляється у зміні функціонального стану її органів, що відображується в сигналах – дихальних шумах (ДШ), належне опрацювання яких дасть змогу виділити інформативні ознаки таких сигналів, що будуть індикаторами змін у функціональному стані органів дихальної системи.

Методи опрацювання ДШ в медичних аускультативних системах визначаються їх математичною моделлю. На основі методів будуються алгоритми та програмне забезпечення таких діагностичних систем (так звана МАПР-тріада [90]). Для верифікації методів опрацювання, оцінювання достовірності результатів опрацювання ДШ цими методами і відповідно алгоритмів та програмного забезпечення аускультативних систем необхідно розробити імітаційну модель сигналу.

Відомі два підходи щодо побудови моделей ДШ – детермінована та стохастична. Детерміновані моделі у вигляді суміші періодичних функцій мають [1,14,97,103] обмежені можливості щодо опису реальних сигналів, оскільки не враховує у своїй структурі властивість випадковості (це впливає із фізичної природи породження сигналу), що є характерним для дихальних шумів. Стаціонарна випадкова модель ДШ [52,96] дає змогу описати сигнал в межах одного періоду із урахуванням властивості випадковості без можливості дослідження динаміки зміни параметрів сигналу з періодичною складовою. Модель ДШ у вигляді періодично-корельованого випадкового процесу [25,33] не уможлиблює процедуру параметричної ідентифікації ДШ у вигляді залежності амплітуда-час, що є важливим при точному відтворенні форми сигналу.

Тому розроблення імітаційної моделі ДШ, яка би давала можливість урахувати у своїй структурі поєднання морфологічних параметрів (амплітуда та час складових сигналу), періодичності та випадковості для верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем є актуальною науковою роботою.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення імітаційної моделі дихального шуму для верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих математичних моделей дихального шуму для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Побудувати імітаційну модель дихального шуму, яка би давала можливість урахувати у своїй структурі поєднання морфологічних параметрів (амплітуда та час складових сигналу), періодичності та випадковості.
3. Розробити алгоритм та програмне забезпечення для проведення процесу імітаційного моделювання дихального шуму
4. Провести процес імітаційного моделювання дихального шуму та оцінити точність імітування.

Об'єкт дослідження: процес імітаційного моделювання дихального шуму для верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем

Предмет дослідження: імітаційна модель дихального шуму.

Методи дослідження. Для програмної реалізації імітації дихального шуму використано теорію випадкових процесів та пакет прикладних програм MATLAB 2014a.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше розроблено імітаційну модель дихального шуму у вигляді амплітудно-модульованого шуму, яка забезпечує точне відтворення структури експериментальних сигналів з метою забезпечення процедури адекватної верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблене програмне забезпечення уможливорює процедуру точного імітування дихальних шумів для вірогідного тестування верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем, що є важливим при встановленні діагнозу захворювання органів дихальної системи.

Апробація. Викладені в дипломній роботі результати доповідалися і обговорювалися на X Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (25-26 квітня 2017 року).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 92 сторінках, списку використаних джерел з 105 назв на 11 сторінках, додатків на 4 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 107 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі на підставі аналізу досліджуваної проблеми 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 конференції.

У першому розділі «Аналіз відомих математичних моделей дихального шуму людини» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

Проаналізовано відомі математичні моделі як ядра імітаційних моделей дихального шуму, що використовуються для задач автоматизованої діагностики функціонального стану дихальної системи людини за допомогою аускультативних систем.

За результатами аналізу встановлена необхідність розроблення імітаційної моделі дихального шуму, яка би давала можливість урахувати у своїй структурі морфологічних параметрів (амплітуда та час складових сигналу), періодичності та випадковості для верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем.

У другому розділі «Математична модель дихальних шумів» проаналізовано характеристики дихального шуму у рамках детермінованого підходу та з позицій стохастичного підходу (методами теорії стаціонарних ВП). Отримані результати аналізу методами гармонічного аналізу у рамках детермінованого підходу підтверджують, що отримані амплітудні спектри відгуків дихального шуму є мінливими, тобто містять певну випадковість. Розглядаючи сигнал у рамках стаціонарної моделі, помічено, що кореляційна функція є періодичною. Хоча

випадкова стаціонарна модель відображає складність дихального шуму в спектральному розподілі потужності, проте не відображає його фазово-часової структури, яка є важливим показником при виявленні часових змін сигналі.

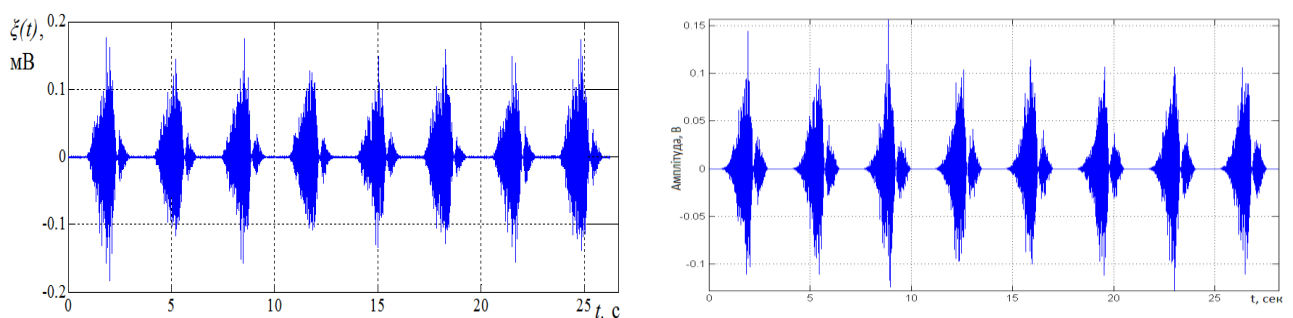
З аналізу властивостей ймовірнісних характеристик дихального шуму та описаних властивостей періодично корельованих випадкових процесів випливає, що математична модель процесу такого класу дає змогу адекватно описати сигнал, а саме врахувати у своїй структурі поєднання властивостей випадковості із періодичністю сигналу.

У третьому розділі «Імітаційна модель дихального шуму» описано систему для реєстрації сигналу дихальних шумів, розкрито суть верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем, розроблено імітаційну модель дихального шуму на підставі аналізу узагальненого алгоритму імітаційного моделювання дихального шуму та блок-схеми імітаційного моделювання дихального шуму. Вираз імітаційної моделі дихального шуму подано у вигляді амплітудно-модульованого шуму, що адекватно описує структуру сигналу з метою коректної верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем.

У четвертому розділі «Результати імітаційного моделювання дихального шуму в середовищі MATLAB» розроблено блок-схему програми верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем та програми імітаційного моделювання дихального шуму.

Із застосуванням програмного забезпечення MATLAB реалізовано програму для імітування дихального шуму з урахуванням періодичності, випадковості та морфологічних показників, які є притаманними для дихального шуму.

Результат імітації ДШ за відомими медичними параметрами із використанням розробленої програми зображено на рис. 1.



(а) - експериментальний сигнал

(б) - імітований сигнал

Рис.1. Реалізації імітованого та експериментального ДШ (норма)

Результати імітування дихального шуму (рис.1,б) в стані норми повністю відтворюють структуру експериментального сигналу в стані норми (рис.1,а), що в свою чергу уможлиблює процедуру адекватної верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень, яке проводиться за допомогою аускультативної системи та проведено обґрунтування вибору Matlab як програмного

забезпечення для розв'язання наукової задачі, а саме є імітаційне моделювання дихального шуму.

У шостому 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 сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» сформульовані рекомендації по охороні праці з питань електробезпеки обслуговуючого персоналу при експлуатації аускультативної системи, буде забезпечено безпечні умови праці при її експлуатації і тим самим мінімізовано ризик ушкодження персоналу електричним струмом. Зі сторони з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано заходи реалізації засобу медичного захисту у разі надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання аускультативної системи застосовано технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище

У додатках наведено тексти програм, розроблені для ПК (ОС Windows).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення імітаційної моделі дихального шуму для верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем.

При цьому отримано такі результати:

1. На підставі проведеного порівняльного аналізу відомих математичних моделей дихального шуму сформульовано основні вимоги до моделі для адекватної верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем: поєднання у своїй структурі морфологічних параметрів (амплітуда та час складових сигналу), періодичності та випадковості.

2. Розроблено імітаційну модель дихального шуму у вигляді амплітудно-модульованого шуму, яка уможливорює урахування у своїй структурі поєднання морфологічних параметрів (амплітуда та час складових сигналу), періодичності та випадковості, що є важливим для задачі адекватної верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем.

3. Розроблено алгоритм та програмне забезпечення у середовищі MATLAB для проведення процесу імітаційного моделювання дихального шуму як засобу верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем

4. Установлено, що отримані імітовані реалізації дихальних шумів як в стані норми так і в стані патології забезпечує точне відтворення структури експериментальних сигналів, що забезпечує коректність процедури адекватної верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Костик В. Імітаційне моделювання дихального шуму для верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем / Костик В. // Збірник тез X Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2017 року. – Т. : ТНТУ, 2017. – Том 1. – С. 253-254. – (Секція: Радіоелектронні біотехнічні системи).

АНОТАЦІЯ

Костик Василь Сергійович. Імітаційне моделювання дихального шуму для верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем. – Рукопис.

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

В дипломній роботі представлено результати розробки імітаційної моделі дихального шуму у вигляді амплітудно модульованого шуму для верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем як технічних засобів реєстрації та обробки шумів дихання людини. Імітаційна модель дихального шуму уможливує за відомими медичними параметрами моделювати сигнали патологій і норм, що є важливим для задачі адекватної верифікації алгоритмів роботи аускультативних систем.

Імітаційну модель дихального шуму реалізовано у вигляді програмного забезпечення в середовищі MATLAB як засобу адекватного імітування реалізацій дихальних шумів (норма або патологія) по відношенню до реальних сигналів.

Ключові слова: Дихальний шум, математична модель, імітаційне моделювання, верифікація, алгоритм роботи аускультативних систем, Matlab.

ANNOTATION

Kostyk Vasyli. Imitation model of respiratory noise for verification of algorithms work auscultatory systems. – Manuscript.

Master's diplom work on specialty 163 «Biomedical Engineering», Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

In the thesis the results of development of simulation model of respiratory noise in the form of amplitude-modulated noise are presented for verification of algorithms of work of auscultatory systems as technical instruments of recording and processing of human breathing noise. The simulation model of respiratory noise makes it possible, based on known medical parameters, to simulate pathologies and norms that are important for the task of an adequate verification of the algorithms of the work of auscultatory systems.

The simulation model of respiratory noise is implemented as a software in the MATLAB environment as a means of adequately simulating the implementation of respiratory noise (norm or pathology) in relation to real signals.

Key words: respiratory noise, mathematical model, imitation modeling, verification, algorithms work of auscultation systems, Matlab.