

АНОТАЦІЯ

Резнік Сергій Ігорович. Компонентний метод аналізу фонокардіографічного сигналу для розширення можливостей комп'ютерних фонокардіографів. – Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 8.05090204 – біотехнічні та медичні апарати та системи, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2012.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено розробленні методу аналізу фонокардіографічного сигналу для виявлення патології клапанів серця людини та розширення можливостей комп'ютерних фонокардіографів. У кваліфікаційній роботі магістра обґрунтовано математичну модель фонокардіографічного сигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка враховує у своїй структурі поєднання стохастичної природи та повторності фонокардіографічного сигналу, що є властивим для сигналів біологічного походження. На базі обґрунтованої математичної моделі у вигляді періодично корельованого випадкового процесу застосовано компонентний метод для аналізу фонокардіографічного сигналу, який дає змогу оперативно виявити зміни у функціонуванні серцево-судинної системи. Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab для автоматичних систем діагностики функціонального стану серцево-судинної системи на основі компонентного методу опрацювання фонокардіографічного сигналу як періодично корельованої випадкової послідовності.

Ключові слова: Фонокардіографічний сигнал, математична модель, періодично корельований випадковий процес, опрацювання, компонентний метод, автоматизована система.

ANNOTATION

Reznik Sergiy Igorovych Component analysis method phonocardiographic signal to empower computer fonokardiohrafiv. - Manuscript.

Master's Work, specialty 8.05090204 - Bioengineering and Medical Devices and Systems, Ternopil National Technical University of L Pul'uj, Ternopil, 2012.

Qualifying work of master's degree is devoted development of method of analysis of fonocardiographic signal for the exposure of pathology of valves of heart of man and expansion of possibilities of computer phonocardiographs. In of the of Master's Work grounded mathematical model phonocardiographic signal in the form of periodically correlated random process, which takes into account in its structure a combination of stochastic nature and repetition phonocardiographic signal, which is characteristic for the signals of biological origin. On of the basis of reasonable mathematical model in the form of periodically correlated random process is applied component method for analyzing phonocardiographic signal, which allows you to quickly detect changes in the functioning of the cardiovascular system. The of software is developed in of Matlab of environment for automated diagnostic systems functional state of the cardiovascular system based on component method phonocardiographic signal processing as periodically correlated random sequence.

Keywords: phonocardiographic signal, mathematical model of periodically correlated random process, processing, component method, an automated system.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ВІДОМИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНОВИХ СИГНАЛІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ.....	12
1.1 Механізм породження тонового сигналу та його фізичне трактування.....	13
1.2 Відомі методи аналізу тонового сигналу серця людини.....	17
1.2.1 Аускультативний метод дослідження серцевих тонів.....	18
1.2.2 Фонокардіографічний метод.....	18
1.2.3 Спектральна фонокардіографія.....	20
1.3 Висновки до розділу 1.....	23
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОНОКАРДІОГРАФІЧНОГО.....	24
2.1 Аналіз характеристик фонокардіографічного сигналу.....	24
2.2 Енергетична теорія стохастичних сигналів.....	27
2.3 Математична модель фонокардіографічного сигналу клапанів серця людини у вигляді періодично корельованого випадкового процесу.....	29
2.4 Висновки до розділу 2.....	33
РОЗДІЛ 3. МЕТОД АНАЛІЗУ ФОНОКАРДІОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ.....	34
3.1 Реєстрація фонокардіографічних сигналів.....	34
3.2 Методи аналізу фонокардіографічних сигналів як періодично корельованого випадкового процесу.....	41
3.2.1 Синфазний метод аналізу.....	44
3.2.2 Компонентний метод аналізу.....	48
3.3 Блок-схема реалізації компонентного методу аналізу фонокардіографічних сигналів.....	51
3.4 Висновки до розділу 3.....	54
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	

ФОНОКАРДІОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB.....	55
4.1 Блок-схема програмної реалізації компонентного методу.....	55
4.2 Програмна реалізація компонентного методу опрацювання.....	56
4.3 Блок схема програми для автоматичного опрацювання фонокардіографічних сигналів.....	58
4.4 Програмна реалізація автоматизованого опрацювання фонокардіографічних сигналів в середовищі Matlab із графічним інтерфейсом.....	60
4.5 Результати компонентного методу опрацювання фонокардіографічних сигналів.....	72
4.6 Висновки до розділу 4.....	72
РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	79
5.1 Метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень.....	79
5.2 Обґрунтування вибору прикладного програмного забезпечення для розв'язування наукової задачі.....	82
5.3 Висновки до розділу 5.....	86
РОЗДІЛ 6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	87
6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи.....	88
6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	88
6.3 Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	94
6.4 Висновки до розділу 6.....	98
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	100
7.1 Вплив шуму та вібрації на організм людини.....	100
7.2 Звук, одиниці вимірювання, нормування.....	102
7.3 Створення комфортних умов праці в лабораторіях при проведенні науково-дослідної роботи.....	105
7.4 Висновки до розділу 7.....	107
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ.....	108
8.1 Екологічна експертиза.....	108
8.2 Суб'єкти та об'єкти екологічної експертизи.....	111
8.3 Висновки до розділу 8.....	114

ВИСНОВКИ.....	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	116
ДОДАТКИ.....	119
ДОДАТОК А. Програмна реалізація компонентного методу опрацювання.....	120
ДОДАТОК Б. Програмна реалізація функції formatmasiv.....	121
ДОДАТОК В. Програмна реалізація функції centrPKVP.....	122
ДОДАТОК Г. Програмна реалізація графічного інтерфейсу користувача.....	123
ДОДАТОК Д. Теза конференції.....	135

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕКГ – електрокардіограма;

ЕКС – електрокардіосигнал;

ЕТСС – енергетична теорія стохастичних сигналів;

ПК – персональний комп'ютер;

ПКВП – періодично корельований випадковий процес;

ССС – серцево-судинна система;

ФКС – фонокардіографічний сигнал.

ВСТУП

Актуальність теми. Серце є одним з найважливіших органів людини. Інформацію про його стан несуть різноманітні сигнали, для реєстрації яких розроблено різноманітні методи, такими сигналами: потенціали, механічні коливання, звук і ін. Роботу клапанів серця найповніше характеризується акустичні сигнали. Але відомі результати дослідження акустичних (тонових) сигналів серця ще не привели до створення апаратури, яка дає змогу ефективно використати їх для меддіагностики стану клапанів.

Досліджують серцеві тони (тоновий сигнал серця) людини за допомогою аускультатції, тобто звичайного прослуховування. При такому методі виявлення патології залежить від професійності лікаря, роздільної здатності його вуха та інших суб'єктивних факторів, до того ж в такому випадку не всі тони доступні слуховому сприйняттю людини (наприклад, третій чи четвертий). Реєструють тони серця за допомогою фонокардіографії, яка дає відомості про тони і шуми серця, тобто про звукові явища, що супроводжують відкриття і закриття клапанів. Звичайна фонокардіографія, як показала практика, дає лише приблизне уявлення про ці сигнали при записі на різних частотних каналах, при цьому аналіз серцевого тону здійснюють тільки шляхом порівняння моментів виникнення і тривалості тонів з електрокардіограмою.

Спектральна фонокардіографія відкрила більше можливостей для діагностування серцевих уражень. При цьому методі дослідження тоновий сигнал людини розглядають як детермінований і оцінюють його амплітудний спектр. Такий метод покращує виділення відомостей про наявність високочастотних складових в тоні, що дає змогу лікарям виявити ряд хвороб клапанів серця, але рання діагностика неможлива. У працях Драгана Я.П., Осухівської Г.М., використано стохастичний підхід до побудови математичної моделі фонокардіографічного сигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка на відміну від відомих враховує у своїй структурі поєднання властивостей періодичності із випадковістю, що дає змогу проаналізувати фазово-часову структуру сигналу для задач виявлення ранніх змін у функціонуванні серцево-судинної системи.

Отже, розроблення методу опрацювання фонокардіографічного сигналу (ФКС) на базі математичної моделі у вигляді періодично корельованої випадкової послідовності для комп'ютерних фонокардіографів, який дасть можливість отримати оперативні відомості про зміну стану роботи клапанів серця людини на ранніх стадіях, необхідних лікареві для установа діагнозу, є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження* є компонентний метод опрацювання фонокардіографічного сигналу на базі моделі у вигляді періодично корельованої випадкової послідовності для розширення можливостей комп'ютерних фонокардіографів.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих математичних моделей фонокардіографічного сигналів та методів опрацювання їх для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Побудувати математичну модель фонокардіографічного сигналу, яка враховує у своїй структурі механізм поєднання властивостей періодичності із випадковістю, для розв'язання задач оперативного виявлення змін стану клапанів серця людини.
3. Обґрунтувати метод статистичного опрацювання фонокардіографічного сигналу на основі його математичної моделі з метою виявлення нових інформативних ознак.
4. Провести експериментальні дослідження фонокардіографічних сигналів над групою пацієнтів з метою перевірки обґрунтованої математичної моделі та методів її опрацювання.
5. Розробити програмне забезпечення для комп'ютерних фонокардіографів.

Об'єкт дослідження: процес компонентного опрацювання фонокардіографічного сигналу для розширення можливостей комп'ютерних фонокардіографів.

Предмет дослідження: математична модель фонокардіографічного сигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу.

Методи дослідження побудовано на базі енергетичної теорії стохастичних сигналів (ЕТСС), зокрема подання періодично корельованого випадкового процесу для обґрунтування математичної моделі фонокардіографічного сигналу і методів оцінювання його параметрів. Для програмної реалізації алгоритмів опрацювання використано пакет прикладних програм MATLAB.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше на базі математичної моделі фонокардіографічного сигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу опрацьовано його компонентним методом, що дало змогу розширити можливості оперативної діагностики клапанів серця людини із використанням комп'ютерних фонокардіографів шляхом впровадження в область фонокардіографії нового класу інформативних характеристик – спектральні компоненти.