

АНОТАЦІЯ

Ригайло Оксана Ігорівна. Математична модель та метод аналізу реосигналу для підвищення інформативності діагностичних реографічних систем. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 8.05090204 – біотехнічні та медичні апарати та системи, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2014.

У дипломній роботі магістра обґрунтовано застосування періодично корельованого випадкового процесу як математичної моделі реосигналу, яка має низку переваг, зокрема, враховує повторність та випадковість досліджуваного сигналу. На базі обґрунтованої математичної моделі розроблено метод аналізу реосигналу, який дав змогу провести процес діагностування функціонального стану кровотоку серцево-судинної системи людини шляхом впровадження в область кардіології нового класу інформативних ознак – кореляційних компонент.

Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab з метою автоматизації процесу аналізу реосигналу як періодично корельованого випадкового процесу компонентним методом.

Ключові слова: реосигнал, математична модель, моделювання, періодично корельований випадковий процес, компонентний метод аналізу, MATLAB, програма, кореляційні компоненти, діагностування, кровотік, серцево-судинна система.

ANNOTATION

Rygaylo Oksana. Mathematical model and method of analysis reosignal for more informative diagnostic reographic systems. - Manuscript.

Master's diplom work on specialty 8.05090204 - Biotechnical and Medical apparatus and Systems, Ternopil National Technical University Puly, Ternopil, 2014.

In the master diplom work substantiates the use of periodically correlated random process as a mathematical model reosignal, which has several advantages, in particular, allows for repetition and randomness of the signal. Based on sound mathematical model developed analysis method reosignal which allowed to conduct the process of diagnosing the functional state of blood flow cardiovascular system of man by introducing in cardiology new class of informative features - correlation component.

The software is developed in Matlab environment to automate the analysis process reosignal as periodically correlated random process component method.

Keywords: Reosignal, mathematical model, modeling, periodically correlated random process, component analysis method, MATLAB, program, correlation components, diagnostics, blood, vascular system.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ВІДОМИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РЕОСИГНАЛІВ ТА МЕТОДІВ ЇХ АНАЛІЗУ.....	13
1.1. Реографія.....	13
1.2. Метод реєстрації реосигналів.....	14
1.3. Розпізнавання станів захворювання судин серцево-судинної системи за реосигналом.....	16
1.4. Відомі математичні моделі реосигналів.....	17
1.5. Відомі методи аналізу реосигналів.....	19
1.5.1. Кількісний аналіз.....	19
1.5.2. Статистичний аналіз.....	22
1.5.3. Спектральний аналіз.....	22
1.5.4. Використання вейвлет-перетворення для аналізу реосигналів.....	24
1.6. Переваги та недоліки відомих математичних моделей та методів їх аналізу.....	27
1.7. Висновки до розділу 1.....	27
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РЕОСИГНАЛУ.....	28
2.1. Аналіз ймовірнісних характеристик реосигналу.....	28
2.2. Формулювання вимог щодо побудови математичної моделі реосигналу.....	31
2.3. Енергетична теорія стохастичних сигналів.....	32
2.4. Математична модель реосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу.....	33
2.5. Висновки до розділу 2.....	42
РОЗДІЛ 3. МЕТОД АНАЛІЗУ РЕОСИГНАЛІВ.....	43
3.1. Реєстрація реосигналів.....	43

3.2. Методи аналізу реосигналу як періодично корельованого випадкового процесу.....	46
3.2.1. Синфазний метод аналізу.....	49
3.2.2. Компонентний метод аналізу.....	52
3.3. Алгоритм реалізації компонентного методу аналізу реосигналів.....	55
3.4. Висновки до розділу 3.....	58
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОСИГНАЛІВ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB.....	59
4.1. Блок-схема програмної реалізації компонентного методу.....	59
4.2. Блок схема програми для автоматичного аналізу реосигналу.....	60
4.3. Програмна реалізація автоматизованого аналізу реосигналів.....	61
4.4. Результати аналізу реосигналів.....	72
4.5. Висновки до розділу 4.....	77
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.....	86
5.3. Висновки до розділу 5.....	90
РОЗДІЛ 6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	91
6.1. Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи.....	91
6.2. Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	91
6.3. Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	97
6.4. Висновки до розділу 6.....	101
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	103
7.1. Охорона праці.....	103
7.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	106
7.3. Висновки до розділу 7.....	108
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ.....	109
8.1. Актуальність проблеми охорони навколишнього середовища.....	109

8.2	Забруднення довкілля, що виникають при виготовленні реографічної системи.....	110
8.3	Заходи зі зменшення забруднення довкілля.....	112
8.4	Висновки до розділу 8.....	113
	ВИСНОВКИ.....	114
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	115
	ДОДАТКИ.....	118
	ДОДАТОК А. Програмна реалізація автоматичного аналізу реосигналів	119
	ДОДАТОК Б. Програмна реалізація оператора зсуву shift.....	128
	ДОДАТОК В. Теза XVII наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Природничі науки та інформаційні технології» (20-21 листопада 2013 р)	129

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЧХ – амплітудно-частотна характеристика

ЕКГ – електрокардіограма;

РЕО – реосигнал;

ДС – діагностична система;

ЕТСС – енергетична теорія стохастичних сигналів

ІВС – інформаційно-вимірювальна система;

НДР – науково-дослідна робота;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПКВП – періодично корегований випадковий процес;

ССС – серцево-судинна система.

ВСТУП

Актуальність теми. По ступеню поширеності і важкості наслідків серцево-судинні захворювання останніми роками вийшли на перше місце серед причин смертності і непрацездатності населення. Виявлення цих захворювань на ранній стадії істотно спрощує процес подальшого лікування, сприяє збільшенню тривалості життя. Зважаючи на реальну загрозу важких, а часто і невиліковних інфекційних захворювань перевага віддається неінвазивним методам діагностики стану серцево-судинної системи. Одним з них є реографія. В основі методу лежить аналіз зміни провідності біологічної тканини під час її кровонаповнення. Завдяки умовам реєстрації (відсутня механічна дія на судини, немає больових відчуттів) реосигналу (РЕО) властива висока інформативність. Оскільки при відборі РЕО реєструється пасивний параметр електричного кола (опір), який істотно знижується вплив електричних завад і наведень.

Для автоматичного аналізу РЕО та інтерпретації їх інформативних ознак потрібні математичні методи, які б давали змогу оцінити функціональний стан судинної системи. Опрацювання РЕО проводиться, на основі візуальних, вимірюваних та розрахункових величин. Для аналізу РЕО переважно використовують від 3 до 50 амплітудно-часових параметрів. Однак в оцінці цих характеристик у різних авторів немає єдиної думки, до того ж такі показники бувають малоінформативними. Для математичного моделювання та аналізу РЕО використовується детермінований та стохастичний підходи. Відомі на сьогодні детерміновані математичні моделі мають обмежені можливості опису реальних сигналів, тому що використовують показники тільки одного серцевого скорочення, не відображають стохастичної природи РЕО і не враховується їхня основна властивість – періодичність. Серед детермінованих моделей РЕО можна виділити моделі у вигляді стаціонарного випадкового процесу та адитивної суміші детермінована функції і стаціонарного випадкового процесу. Проте ці моделі не враховують у своїй структурі поєднання стохастичної природи та повторності реосигналу, що є важливим при дослідженні змін у фазово-часовій структурі РЕО з

метою виявлення моменту прояву ранніх змін у функціонуванні судин серцево-судинної системи.

Наведені аргументи вказують на актуальність розроблення математичної методу та методу аналізу реосигналу зорієнтованих на підвищення інформативності діагностичних реографічних систем шляхом впровадження в область кардіології нового класу інформативних ознак.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є обґрунтування математичної моделі реосигналу та розроблення методу його аналізу для підвищення інформативності діагностичних реографічних систем. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих математичних моделей реосигналів та методів аналізу їх для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Побудувати математичну модель реосигналу, яка уможливіє врахування властивостей повторюваності та випадковості, для розв'язання задачі виявлення ранніх змін у функціонуванні судин серцево-судинної системи людини.
3. Обґрунтувати метод статистичного аналізу реосигналу на основі побудованої математичної моделі з метою виявлення нових інформативних ознак.
4. Обґрунтувати застосовність цих нових інформативних ознак реосигналу в діагностичних реографічних системах.
5. Розробити програмне забезпечення для проведення експериментальних досліджень реосигналу групи пацієнтів.

Об'єктом дослідження є процес аналізу реосигналу.

Предметом дослідження є математична модель реосигналу для підвищення інформативності діагностичних реографічних систем.

Методи дослідження побудовано на базі енергетичної теорії стохастичних сигналів (ЕТСС), зокрема подання періодично корельованого випадкового процесу для обґрунтування математичної моделі реосигналу і методу його аналізу. Для програмної реалізації алгоритмів опрацювання у діагностичних реографічних системах використано пакет прикладних програм MATLAB 8.0.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Уперше обґрунтовано вибір математичної моделі реосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка, на відміну від відомих, враховує у своїй структурі періодичність, випадковість форм порушення серцебиття та часово-фазову структуру цих сигналів.
2. Уперше застосовано нові в області діагностики стану судин серцево-судинної системи людини інформативні ознаки реосигналу із використанням діагностичних реографічних систем – кореляційні компоненти, які відповідають функціональному станові судин серцево-судинної системи людини і придатні бути індикаторами цього стану.