

АНОТАЦІЯ

Пудгурська Юлія Василівна. Метод опрацювання магнітокардіосигналу для підвищення інформативності магнітокардіографічних систем. – Рукопис.

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

Дипломну роботу магістра присвячено розроблені математичної моделі магнітокардіосигналу та методу його опрацювання. У роботі обґрунтовано застосування періодично корельованого випадкового процесу як математичної моделі магнітокардіосигналу, яка має низку переваг, зокрема, враховує повторність та випадковість досліджуваного сигналу. На базі обґрунтованої математичної моделі розроблено метод дослідження магнітокардіосигналу, який дав змогу оцінити стан серцево-судинної системи. Установлено, що отримані кореляційні компоненти є характеристиками інформативних ознак магнітокардіосигналу і відповідають функціональному стану серцево-судинної системи людини.

Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab з метою автоматизації процесу опрацювання магнітокардіосигналу як періодично корельовано випадкової послідовності синфазним методом.

Ключові слова: Магнітокардіосигнал, математична модель, періодично корельований випадковий процес, опрацювання, синфазний метод, магнітокардіографічна система.

ANNOTATION

Yulia Pidgurska. Method for processing magnitocardiogram more informative magnitocardiogram systems. - Manuscript.

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

Master's diplom work is devoted to the mathematical model developed magnitocardiogram and its method of processing. The paper substantiates the use of periodically correlated random process as a mathematical model magnitocardiogram, which has several advantages, in particular, allows for repetition and randomness of the signal. On the basis of a reasonable mathematical model developed research method magnitocardiogram which allowed to evaluate the cardiovascular system. It is established that the obtained correlation components are features informative features magnitocardiogram and meet the functional state of the cardiovascular system of man.

The software is developed in Matlab environment to automate the process of working out how magnitocardiogram periodically correlated random sequences-phase method.

Keywords: Magnitocardiogram, mathematical model of periodically correlated random process, processing-phase method magnitocardiogram system.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МАГНІТОКАРДІОГРАФІЇ ЯК МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ.....	12
1.1. Біомагнетизм.....	12
1.2. Біомагнетизм та кардіологія.....	13
1.3. Надпровідність.....	15
1.4. Магнітокардіографія.....	17
1.4.1. Аналіз властивостей і параметрів магнітокардіосигналу.....	17
1.4.2. Співставний аналіз магнітокардіосигналу і електрокардіосигналу.....	19
1.4.3. Нові діагностичні можливості магнітокардіографії.....	22
1.5. Висновки до розділу 1.....	23
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАГНІТОКАРДІОСИГНАЛУ.....	25
2.1. Априорні вимоги щодо побудови математичної моделі магнітокардіосигналу.....	25
2.2. Аналіз характеристик магнітокардіосигналу.....	26
2.2.1. Аналіз характеристик магнітокардіосигналу методами гармонічного аналізу.....	26
2.2.2. Аналіз характеристик магнітокардіосигналу методами стаціонарних випадкових процесів.....	28
2.2.3. Аналіз характеристик магнітокардіосигналу засобами кореляційного аналізу.....	30
2.3. Періодично корельований випадковий процес як математична модель магнітокардіосигналу.....	32
2.4. Висновки до розділу 2.....	41
РОЗДІЛ 3. МЕТОД АНАЛІЗУ МАГНІТОКАРДІОСИГНАЛІВ.....	42
3.1. Реєстрація магнітокардіосигналів за допомогою магнітокардіографа.....	42

	6
3.1.1 Апаратне забезпечення експериментальної системи.....	42
3.1.2 Програмне забезпечення експериментальної системи.....	43
3.2 Методи аналізу магнітокардіосигналів.....	44
3.2.1 Синфазний метод.....	44
3.2.2 Компонентний метод.....	48
3.2.3 Фільтровий метод.....	50
3.2.4 Обгрунтування вибору методу аналізу магнітокардіосигналів.....	53
3.3. Спосіб реалізації синфазного методу опрацювання магнітокардіосигналів.....	53
3.4. Складність алгоритму синфазного опрацювання магнітокардіосигналу.....	56
3.5. Визначення періоду корельованості магнітокардіосигналу.....	56
3.6. Висновки до розділу 3.....	58
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ОПРАЦЮВАННЯ МАГНІТОКАРДІОСИГНАЛУ ЯК ПЕРІОДИЧНО КОРЕЛЬОВАНОЇ ВИПАДКОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ.....	59
4.1. Розробка програмного забезпечення в середовищі Matlab.....	59
4.2. Розробка програми опрацювання магнітокардіосигналів із графічною оболонкою.....	69
4.3. Результати опрацювання магнітокардіосигналу синфазним методом за допомогою програми графічним інтерфейсом.....	75
4.4. Висновки до розділу 4.....	77
РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	78
5.1 Метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень.....	78
5.2 Обгрунтування вибору прикладного програмного забезпечення для розв'язування наукової задачі.....	81
5.3 Висновки до розділу 5.....	85
РОЗДІЛ 6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	86
6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи.....	86
6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	86
6.3 Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	92
6.4 Висновки до розділу 6.....	96

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	98
7.1 Охорона праці.....	98
7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	100
7.3 Висновки до розділу 7.....	102
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ.....	103
8.1 Актуальність проблеми охорони навколишнього середовища.....	103
8.2 Забруднення довкілля, що виникають при виготовленні магнітокардіографічної системи.....	104
8.3 Заходи зі зменшення забруднення довкілля при виготовленні магнітокардіографічної системи.....	106
8.4 Висновки до розділу 8.....	108
ВИСНОВКИ.....	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	110
ДОДАТКИ.....	116
ДОДАТОК А. Програма із графічною оболонкою для опрацювання магнітокардіосигналу.....	117
ДОДАТОК Б. XVII наукова конференція Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Природничі науки та інформаційні технології» (20-21 листопада 2013 р).....	124

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕКГ – електрокардіограма;

ЕКС – електрокардіосигнал;

НКВІД – надпровідникоюй квантовий інтерферометр;

ПКВП – періодично корельований випадковий процес;

ПК – персональний комп'ютер;

МЕГ – магнітоенцефалограма;

МКГ – магнітокардіографія;

МКС – магнітокардіосигнал.

ВСТУП

Актуальність теми. Дослідження фізичних полів, які генеруються живими організмами, відноситься до перспективних напрямків в сучасній науці. Інтерес до вимірювання полів, які утворюються біоелектричними джерелами, пов'язаний з магнітною «прозорістю» біоелектричних тканин, що дає методу магнітного картування біооб'єкта визначення переваг перед методом електричних потенціалів. Оскільки магнітні поля, які утворюються біоелектричними джерелами, в сотні раз слабші магнітного поля Землі, їх реєстрація потребує таких цін спеціальних пристроїв, як надпровідникові квантові інтерферометри (НКВІДи).

На основі низькотемпературних НКВІДів були розроблені магнітометри, які дозволили реєструвати магнітні поля мозку і серця людини.

Понадпровідниковий квантовий інтерферометрий давач був створений більше 50 років назад. Його дія базується на використанні ефекту Джозефсона – явище квантування магнітного потоку в понадпровідниках. НКВІД дає змогу поміряти дуже слабкі магнітні поля на рівні одиниць пТл.

На сьогодні актуальною є проблема розроблення і використання найбільш інформативних і неінвазивних методів діагностики в кардіології. Розв'язання цієї задачі неможливе без сучасної медичної техніки, яка базується на нових фізичних ефектів і передових технологіях. До числа таких напрямків можна віднести магнітокардіографію (МКГ) – метод, який дає інформацію про магнітне поле міокарда серця людини. В загальному системи для їх реєстрації на основі НКВІДів мають високу чутливість, що відкриває принципово нові перспективи розвитку МКГ.

В клінічній кардіології застосування магнітокардіографії забезпечує ряд переваг:

1. Магнітокардіографія не вимагає прямого контакту із об'єктом.
2. Має високу чутливість при реєстрації постійних і повільно змінюючи сигналів.
3. Зручна для спостереження МКГ плоду в тілі матері.

Аналіз магнітного поля серця є перспективним при детальному дослідженні процесів реполяризації; метод дає змогу здійснити діагностику найбільш ранніх порушень коронарного кровообігу. Аналіз структури ізомагнітних карт дає змогу отримати інформацію про патологічні зміни в міокарді. На сьогодні очевидним є те, що необхідність вивчення і розроблення методології використання потенціальних переваг мігнітокардіографії в порівнянні із ЕКГ і іншими неінвазивними методами діагностики патології серцево-судинної системи.

Ефективність діагностики серця людини залежить від виду математичної моделі магнітокардіосигналу (МКС), яка і визначає методи його опрацювання, які дають змогу визначати інформативні параметри сигналу.

Оскільки магнітокардіосигнал є випадковим процесом, із періодичними характеристиками (кореляційна функція, математичне сподівання) то адекватною математичною моделлю є модель у вигляді періодичного корельованого випадкового процесу, яка має методи та засоби поєднання цих властивостей (періодичності із випадковістю), що є важливим при дослідженні фазово-часової структури сигналу із метою виявлення ранніх змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини.

Тому методу розроблення методу опрацювання магнітокардіосигналу на базі адекватної математичної моделі є актуальною задачею, що дасть змогу підвищення інформативності магнітокардіографічних систем шляхом впровадження в область кардіології нового класу інформативних ознак.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження* є опрацювання магнітокардіосигналу на базі адекватної математичної моделі для підвищення інформативності магнітокардіографічних систем.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів опрацювання магнітокардіосигналу для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Побудувати математичну модель магнітокардіосигналу, яка враховує у своїй структурі механізм поєднання властивостей періодичності із випадковістю, для розв'язання задачі оперативного виявлення ранніх змін у функціонуванні

серцево-судинної системи людини.

3. Обґрунтувати метод опрацювання магнітокардіосигналу на базі його адекватної математичної моделі з метою підвищення інформативності магнітокардіографічних систем.
4. Провести експериментальні дослідження магнітокардіосигналів.
5. Розробити програмного забезпечення для магнітокардіографічних систем.

Об'єкт дослідження: процес опрацювання магнітокардіосигналу.

Предмет дослідження: математична модель магнітокардіосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу для задачі оперативного виявлення ранніх змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини.

Методи дослідження побудовано на базі енергетичної теорії стохастичних сигналів (ЕТСС), зокрема подання періодично корельованого випадкового процесу для обґрунтування математичної моделі магнітокардіосигналу і методів оцінювання його параметрів. Для програмної реалізації алгоритмів опрацювання використано пакет прикладних програм MATLAB 8.12.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше обґрунтовано математичну модель магнітокардіосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, що дало змогу одночасно врахувати в одній математичній структурі періодичність та випадковість, чим підвищено інформативність опрацювання магнітокардіосигналу в магнітокардіографічних системах.

2. Вперше застосовано нові в області діагностики функціонального стану серцево-судинної системи нові інформативні ознаки магнітокардіосигналу, що ними є кореляційні компоненти, які адекватно відповідають функціональному стану серцево-судинної системи.