

Голові спеціалізованої вченої
ради Д 58.052.01 Тернопільського
національного технічного університету
імені Івана Пулюя,
46001, м. Тернопіль,
вул. Руська, 56

ВІДГУК

офіційного опонента

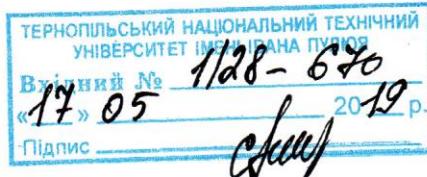
на дисертаційну роботу **Паляниці Юрія Богдановича** на тему:

“Математична модель фонокардіосигналу для удосконалення кардіодіагностичних систем”, представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Актуальність теми дисертаційної роботи

Ключовим інтегральним показником, що використовується для оцінювання здоров'я людини, є передусім, стан серцево-судинної системи (ССС). Задля своєчасного виявлення патологічних процесів на ранній стадії їх розвитку актуальним є створення діагностичних систем моніторингу стану ССС, що мали б можливість легко інтегруватися в Українських соціальних та інфраструктурних реаліях. Базою для створення таких систем є розробка відповідного математичного та програмного забезпечення. Існуючі у профілактичній медицині системи широко використовують метод полікардіографії, який базується на одночасному записі електрокардіограми (ЕКГ), фонокардіограми (ФКГ) та сфігмограми. З погляду системно-сигнальної концепції переносником відомостей про стан серця, що найповніше відображає морфологічні та органічні порушення в роботі серця такі як пролапси, стенози, фіброз є фонокардіосигнал (ФКС).

Відомі два підходи щодо побудови математичних моделей ФКС: детермінований (Кебот і Додж, Мангеймер, Г. І. Касирський) та стохастичний (Г.М. Осухівська, S. Schmidt). Зокрема, у працях Осухівської Г.М. для опрацювання тонового сигналу (на відміну від ФКС частотний діапазон тонів серця локалізується нижче діапазону частот шумів, і енергія тонів значно вища ніж енергія шумів) введено поняття "релаксаційного мультипульсатора" і в межах енергетичної теорії стохастичних сигналів (ЕТСС) застосовано фільтровий статистичний метод. Такі підходи не мають засобів оцінювання



статистичної взаємопов'язаності між різними реалізаціями однієї і тієї ж серії спостережень, не враховують механізм породження серцевих скорочень.

Тому актуальною є задача обґрунтування математичної моделі ФКС одночасно зареєстрованого з ЕКС з урахуванням періодичності його формування та статистичних взаємозв'язків, яка враховує у своїй структурі (є адекватною природі досліджуваного об'єкта) механізм породження серцевої діяльності. Це, в свою чергу, дасть можливість отримати нові інформативно-інваріантні ознаки завдяки оптимізації відбору статистичного матеріалу для застосування відповідних моделей методів опрацювання ФКС одночасно зареєстрованого з ЕКС. Програмна реалізація алгоритмів опрацювання цими методами інтегрована в сучасні системи діагностики стану ССС необхідна для оперативного та своєчасного виявлення змін на ранніх стадіях патологічного процесу, який жодним чином себе не проявляє явно, що значно розшириТЬ можливості сучасних систем діагностики ССС людини.

Наукова новизна, обґрунтованість і достовірність наукових висновків і рекомендацій

Наукова новизна отриманих результатів у роботі полягає у наступному:

1. Вперше обґрунтовано математичну модель фонокардіосигналу одночасно зареєстрованого з електрокардіосигналом у вигляді періодично-корельованої випадкової послідовності, що дало можливість розроблення алгоритмів опрацювання та автоматизацію аналізу нестационарного фонокардіосигналу та підвищити достовірність результатів аналізу.
2. Вдосконалено синфазний метод опрацювання фонокардіосигналу, що дало змогу отримати нові інформативно-інваріантні діагностичні ознаки.
3. Вперше обґрунтовано застосування спектрально-кореляційних компонент, які відповідають стану серцево-судинної системи людини для аналізу фонокардіосигналу, базуючись на концепціях бімедійності та «шунтування».
4. Вперше розроблено імітаційну модель фонокардіосигналу, яка підтвердила узгодження результатів комп'ютерного експерименту з емпіричними даними.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій визначається їх відповідністю сучасному стану математичного моделювання, підтверджується коректним застосуванням математичної моделі для оцінювання стану серцево-судинної системи людини за фонокардіосигналом та енергетичної теорії стохастичних сигналів при оцінюванні інформативних характеристик сигналу і

верифікації математичної моделі. Ефективність підходу підтверджена апробаціями на наукових конференціях та впровадженнями, про що свідчать відповідні акти, а також впровадженням основних результатів в тему наукових досліджень виконану в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пул喬я на кафедрі «Біомедичних систем»: «Методи та засоби виявлення патологічних станів для систем медичного контролю функціонального стану організму людини», інвентарний номер державної реєстрації № 0115U002455, 2015 – 2017 рр., де обґрунтувано математичну модель та розроблено метод опрацювання фонокардіосигналу засобами енергетичної теорії стохастичних сигналів.

Достовірність одержаних в дисертації результатів і висновків забезпечується коректністю використання математичного апарату щодо постановки задачі обґрунтування математичної моделі та розроблення методу статистичного опрацювання ФКС з використанням основних положень теорії ймовірностей, математичної статистики, математичного моделювання. Розроблена імітаційна модель ФКС як ПКВП підтвердила відповідність експериментальних даних очікуваним теоретичним результатам. Адекватність обґрунтованої математичної моделі ФКС підтверджена результатами експериментальних досліджень. Використовуючи інформативні ознаки ФКС у вигляді стаціонарних компонент можна з високою достовірністю прийнятого рішення 0,9784–0,9872 оцінити функціональний стан ССС із використанням автоматизованих кардіодіагностичних систем.

Огляд змісту роботи

Дисертаційна робота складається із переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та чотирьох додатків.

Загальний обсяг дисертації має 164 сторінки, основний текст займає 120 сторінок, список використаних джерел містить 131 найменування. У додатках наведені акти впровадження результатів досліджень дисертаційної роботи.

У вступі висвітлено актуальність теми та вибір напрямку наукових досліджень, сформульовано мету досліджень, їх об'єкт, предмет та поставлено і сформульовано задачі дослідження, охарактеризовано наукову новизну, практичне значення та апробацію результатів досліджень.

У першому розділі наведено огляд літературних джерел за темою дисертації та обґрунтовано актуальність діагностики стану серцево-судинної системи людини за ФКС одночасно зареєстрованого з ЕКС. Проаналізовано відомі підходи та умови відбору ФКС та методи його опрацювання і сформовано вимоги до опрацювання ФКС у системах

віддаленого моніторингу стану ССС. На основі викладеного матеріалу сформульовано задачі дисертаційного дослідження.

У другому розділі обґрунтовано вибір математичної моделі ФКС одночасно зареєстрованого з ЕКС з урахуванням його генезу, випадковості та періодичності, досліджено імовірнісні характеристики ФКС для вибору адекватної математичної моделі сигналу як періодично-корельованого випадкового процесу. Описані основні характеристики періодично-корельованого випадкового процесу, які дають змогу отримати інформативні часово-інваріантні ознаки ФКС.

Третій розділ роботи пов'язаний з удосконаленням синфазного методу статистичного опрацювання ФКС одночасно зареєстрованого з ЕКС. Визначення періоду корельованості ФКС на вибірці, як середнього значення РР-інтервалу ЕКС, дає змогу підвищити достовірність діагностики стану серцево-судинної системи людини шляхом впровадження в область кардіології нового класу інформативних ознак, кореляційних компонент, що є відображенням стану ССС. На основі модифікованого синфазного методу розроблено алгоритм попереднього опрацювання сигналу з метою одержання однорідного статистичного матеріалу, що уможливило застосування засобів енергетичної теорії стохастичних сигналів для опрацювання ФКС як періодично корельованого випадкового процесу.

У четвертому розділі наведено результати опрацювання ФКС одночасно зареєстрованого з ЕКС синфазним методом, використано статистичний метод опрацювання для обчислення достовірності отриманих результатів. Розроблено комп'ютерну імітаційну модель ФКС для верифікації отриманих результатів опрацювання.

Список літератури відображає найбільш значущі наукові роботи, пов'язані з тематикою дисертації. Список використаних джерел охоплює праці з кардіології, математичного моделювання, теорії ймовірностей та математичної статистики, а також використання енергетичної теорії стохастичних сигналів.

Практична цінність і значення дисертаційної роботи

Запропоновані методи статистичного опрацювання ФКС одночасно зареєстрованого з ЕКС, які розроблені в даній роботі, доведено до комп'ютерної реалізації. Розроблено пакет прикладних програм у середовищі Matlab для дослідження функціонального стану серцево-судинної системи людини.

Матеріали дисертаційної роботи Паляниці Ю.Б. використовуються в навчальному процесі на кафедрах: медичної інформатики; медичної фізики; фізіології з основами

біоетики та біобезпеки Тернопільського державного медичного університету ім. І.Я. Горбачевського та науково-виробничому експериментальному СМП „Медап” (м.Тернопіль), в Тернопільській міській комунальній лікарні «МКЛ № 3».

Враховуючи основні положення дисертаційної роботи та особистого внеску в публікаціях, що належать автору, за темою дисертації можна зробити висновок, що дисертація Паляниці Ю.Б. “Математична модель фонокардіосигналу для удосконалення кардіодіагностичних систем” є самостійною та завершеною науковою працею, що вносить істотний вклад у розвиток кардіодіагностичних систем для віддаленого моніторингу стану серцево-судинної системи людини. Всі результати та висновки є науково обґрунтованими та експериментально підтвердженими.

По дисертаційній роботі варто відзначити наступні зауваження:

1. У першому розділі дисертаційної роботи недостатньо приділено уваги порівняльному аналізу діагностичних можливостей існуючих кардіодіагностичних систем.
2. В автoreфераті не приділено достатньо уваги порівнянню статистичних методів обробки фонокардіосигналу як періодично корельованого випадкового процесу, оскільки від їх адекватності та коректності, суттєво залежить ефективність розроблених у роботі засобів та алгоритмів обробки фонокардіосигналу.
3. В автoreфераті наведені приклади аналізу даних відповідно для пацієнтів в нормі. Оскільки мова йде про ранню діагностику та моніторинг стану серцево-судинної системи, то варто було б навести приклади обробки даних для потенційно хворих людей, тобто людей, які склонні до серцевих захворювань.
4. Незрозуміло, для яких конкретно кардіодіагностичних систем призначено розроблене програмне забезпечення та як його використати ?
5. В автoreфераті та дисертації наявні стилістичні, граматичні помилки та русизми. Однак, вказані недоліки не знижують наукової та практичної цінності роботи і не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації та автoreферату

Дисертаційна робота написана на належному мовностилістичному рівні, застосована наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладу результатів теоретичних та практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття і використання іншими дослідниками. Автoreферат повністю відповідає змісту дисертації, написаний грамотно, державною мовою з використанням сучасної української наукової термінології. Оформлення дисертаційної роботи і

автореферату відповідає встановленим вимогам МОН України, що висуваються до кандидатських дисертацій, у тому числі п. 11 “Порядку присудження наукових ступенів”.

Повнота викладу отриманих результатів в опублікованих працях

Матеріали дисертації достатньо апробовані і доповідалися автором на наукових конференціях та семінарах як всеукраїнського, так і міжнародного рівня, присвячених математичному моделюванню, та отримали схвальну оцінку. Результати дисертації опубліковані в 20 наукових працях: 6 статтях у наукових фахових виданнях, 1 патенті України на корисну модель та 10-и доповідях у матеріалах наукових конференцій різних рівнів.

Особистий внесок здобувача у спільних публікаціях відображені в дисертації і авторефераті. Основні наукові результати, які викладені в спільних публікаціях, отримані дисертантом самостійно.

Загальна оцінка роботи

Дисертація Палляниці Ю.Б. “Математична модель фонокардіосигналу для удосконалення кардіодіагностичних систем” є завершеною науково-дослідною працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати: поставлена і вирішена актуальна наукова задача математичного моделювання ФКС одночасно зареєстрованого з ЕКС для удосконалення кардіодіагностичних систем.

Результати роботи є важливим вкладом у розвиток кардіодіагностичних систем для віддаленого моніторингу стану серцево-судинної системи людини.

Основні матеріали дисертації достатньо повно опубліковані у наукових виданнях, що відповідають її фаху. Зміст автореферату ідентичний до основних положень дисертації і у повній мірі відображає її.

Судячи зі змісту дисертації, Палляниця Ю.Б. проявив себе, як ерудований висококваліфікований спеціаліст в галузі математичного моделювання та обчислювальних методів, який впевнено володіє теоретичними методами вирішення задач, що описують складні біологічні процеси в організмі людини, та сучасними найбільш поширеними чисельними методами їх дослідження. Дисертація написана на високому науковому рівні, акуратно оформлена, а вказані зауваження не впливають на її загальну високу оцінку.

За актуальністю розглянутої проблеми, обсягом проведених досліджень, їх науковим рівнем та практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота відповідає всім вимогам “Порядку присудження наукових ступенів” (зокрема п.11 щодо кандидатських дисертацій), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24

липня 2013 р. №567, а її автор Паляниця Юрій Богданович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри економіко-математичного
моделювання та інформаційних технологій
Національного університету «Острозька академія»
доктор технічних наук, професор

А. П. Власюк



ПІДПІС А.П. Власюк
ПІДТВЕРДЖУЮ
НАЧАЛЬНИК ВІДДІЛУ
КАДРІВ НАУ «ОА»



Підпіс О.У. Камільсько