

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

Павлова Сергія Володимировича

на дисертаційну роботу Фахса Мохамеда Хассана

«Система підтримки прийняття рішень в кардіології

на основі методу визначення електричної осі серця»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

### **Актуальність теми**

Сучасні методи діагностики, включаючи аналіз електрокардіограми (ЕКГ), використовуються для виявлення проблем зі станом серця. Однак, існують обмеження щодо точності цих методів, і важливо розвивати нові підходи для поліпшення якості діагностики серцевих захворювань. Запровадження нових методів аналізу, зокрема методу визначення електричної осі серця, може стати інноваційним підходом до поліпшення діагностики та лікування серцевих захворювань. Це допоможе лікарям отримувати більше інформації про стан серця пацієнтів та приймати більш обґрунтовані рішення. Необхідність у вдосконаленні методів аналізу біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками та проектуванні медичних систем підтримки прийняття рішень в кардіології є очевидною, оскільки існуючі методи не завжди задовольняють потреби лікарів у точних та швидких діагнозах. Розвиток таких методів може значно підвищити якість діагностики та лікування серцевих захворювань. Крім того, важливо враховувати українську наукову та технічну спільноту, яка активно працює над розвитком вітчизняних діагностичних систем та програмного забезпечення для кардіології. Це важливо для зменшення залежності від імпортованих медичних інформаційних систем та підвищення ефективності діагностики.

У дисертаційній роботі поставлена науково-практична задача удосконалення методів аналізу біомедичних сигналів із локально зосередженими ознаками з метою підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження пацієнтів та зниження ризиків прийняття неправильних рішень у кардіологічних системах підтримки прийняття рішень.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування» НТУ «ХПІ». Здобувач брав участь у науково-дослідній роботі К6002 «Розробка інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень під час проведення діагностичних та лікувальних заходів», ДР 0120U101531). Строки виконання НДР: 01.03.2020 – 28.02.2022. Науковий керівник НДР: д-р техн. наук, проф. А.І. Поворознюк. Участь автора – виконавець.

Здобувач брав участь договорі про науково-технічне співробітництво №60/318-2020 з ТОВ «Компанія TREDEX» (м. Харків).

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.**

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Фахса Мохамеда Хассана, в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні методології функціонального моделювання IDEF0, методології графічного структурного аналізу, теорії графів, теорії ймовірності, теорії цифрової обробки сигналів та кластерному аналізі.

Дослідження виконані з використанням математичного апарату та сучасного комп'ютерного моделювання. Результати перевірені шляхом проведення практичних експериментів, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

### **Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується верифікацією результатів розрахунку ЕВС за допомогою запропонованого в дисертаційній роботі методу кардіологами комунального некомерційного підприємства Харківської обласної ради «Центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф».

### **До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

– одержали подальший розвиток методи системного аналізу, які полягають у

побудові узагальненої моделі процесу електрокардіологічного дослідження у вигляді сукупності функціональної, інформаційної та структурної моделей, що дала змогу виділити основні джерела та потоки інформації, критичні етапи обробки діагностичної інформації з метою підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження;

– вперше розроблено структурну модель електрокардіологічного дослідження у вигляді ймовірно-часового графа, за допомогою якої отримано аналітичні вирази, що описують процес вироблення діагностичних рішень у результаті електрокардіологічного дослідження при заданих початкових умовах, а також визначено критерії ефективності проведення електрокардіологічного дослідження, що дало змогу виконати аналіз та оптимізацію як усього процесу електрокардіологічного дослідження, так і окремих його етапів;

– вперше розроблено метод автоматичного визначення електричної осі серця, що заснований на обчисленні інтегрального сигналу за шістьма стандартними відведеннями від кінцівок і кластерному аналізу, що дало змогу підвищити ймовірність правильного обчислення положення електричної осі серця без необхідності проводити морфологічний аналіз електрокардіограми.

### **Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків) при розробці і впровадженні в навчальний процес кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування» у вигляді моделей, алгоритмів і програмних модулів для рішення задач підтримки прийняття рішень у спеціалізованих системах.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Результати досліджень опубліковані у 25 роботах, серед яких: 2 статті у закордонних періодичних фахових виданнях, що індексуються в міжнародній наукометричній базі Scopus, 4 статті у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у монографії, 18 тез доповідей у матеріалах конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

### **Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота ПБ складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

У першому розділі була визначена науково-практична задача щодо удосконалення методів аналізу біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками у кардіологічних системах підтримки прийняття рішень. Наведено аналіз біомедичних систем підтримки прийняття рішень в кардіології, визначено необхідність розробки нових моделей для електрокардіологічних досліджень та методів аналізу біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками для покращення лікувально-діагностичного процесу та запобігання розвитку серцевих захворювань.

У другому розділі проведено системний аналіз процесу прийняття діагностичних рішень в кардіологічних системах підтримки прийняття рішень. Виділено критичні елементи, які можуть впливати на вироблення некоректних рішень або відмову від прийняття рішень. Розроблена узагальнена модель процесу ЕКГ дослідження, яка складається з функціональної, інформаційної та структурної моделей. Запропонована структурна схема апаратно-програмного комплексу для проведення електрокардіологічних досліджень.

У третьому розділі розроблено новий метод автоматичного визначення

електричної осі серця, який базується на змінах амплітуд у 6 стандартних відведеннях від кінцівок. Цей метод дозволяє визначати положення електричної осі серця без необхідності морфологічного аналізу електрокардіограми. Продемонстровано ефективність методу для різних випадків розташування електричної осі серця і патологічних станів серцево-судинної системи.

У четвертому розділі проведено верифікацію результатів розрахунку електричної осі серця за допомогою нового методу, використовуючи базу даних електрокардіограм, записаних за допомогою транселефонного цифрового 12-канального ЕКГ комплексу «Телекард». Результати були порівняні з розшифрованими даними лікарів-кардіологів.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 106 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

### **Академічна доброчесність**

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

### **По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:**

В цілому робота написана грамотною технічною мовою у відповідності до прийнятої наукової термінології, викладена в логічній послідовності та в достатній мірі проілюстрована. Але разом з загальною позитивною оцінкою до роботи є зауваження.

1. В першому розділі бажано було б навести приклади систем підтримки прийняття рішень в кардіології, які впроваджені в Україні.

2. У другому розділі автором розроблена структурна модель електрокардіологічного дослідження в вигляді ймовірно-часового графу, що відображає основні стани цього процесу та їхню взаємодію. Однак структурна модель була б більш інформативною, якщо був би декомпозований стан  $S_2$  – виконаний аналіз ЕКГ за рахунок виділення етапу визначення електричної осі серця.

3. В третьому розділі не обґрунтовано вибір 5% та 10% точок для розрахунку центрів мас відповідних кластерів в запропонованому методі визначення електричної осі серця.

4. У четвертому розділі наведені приклади автоматичного визначення електричної осі серця за допомогою запропонованого методу практично для всіх можливих варіантів розташування крім варіанту екстремального положення осі (від  $-180^\circ$  до  $-90^\circ$ ), тому не зрозуміло, чи здатний запропонований метод визначати таке положення.

Зазначені зауваження до дисертації не знижують наукової й практичної цінності роботи та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Фахса Мохамеда Хассана «Система підтримки прийняття рішень в кардіології на основі методу визначення електричної осі серця» за своїм змістом відповідає спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, що розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає в удосконаленні методів аналізу біомедичних сигналів із локально зосередженими ознаками з метою підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження пацієнтів та зниження ризиків прийняття неправильних рішень у кардіологічних системах підтримки прийняття рішень.

Подана дисертаційна робота «Система підтримки прийняття рішень в кардіології на основі методу визначення електричної осі серця» Фахса Мохамеда Хассана відповідає спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та

скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Фахс Мохамад Хассан заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент

професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем Вінницького національного технічного університету, Відмінник освіти України, д.т.н., проф.



Сергій ПАВЛОВ

«24» листопада 2023 р.

Учений секретар



Ліна БІЛІСТАР