

## РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, к.т.н., доцента **Поворознюк Оксани Анатоліївни**

на дисертаційну роботу **Мохамата Хассана Факса**

**«Система підтримки прийняття рішень в кардіології на основі методу визначення електричної осі серця»**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

Детальний аналіз дисертаційної роботи Мохамата Хассана Факса на тему «Система підтримки прийняття рішень в кардіології на основі методу визначення електричної осі серця», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити комплексний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

### **1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами**

Дисертаційна робота спрямована на удосконалення існуючих методів морфологічного аналізу біомедичних сигналів та проектування медичних систем підтримки прийняття рішень у кардіології на основі цих методів з метою підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження пацієнтів. Заявлена тема є актуальною науково-практичною задачею, оскільки дозволяє поліпшити точність та рівень інформації, яку лікар отримує про стан серця пацієнта, а це, безумовно, дуже важливо, бо саме серцево-судинні захворювання найчастіше призводять до летального кінця. Незважаючи на те, що існують кардіологічні системи підтримки прийняття рішень на основі різних методів отримання діагностичної інформації, вони не забезпечують необхідну достовірність прийняття рішень. Окрім створення нової системи підтримки прийняття рішень, яка усуває зазначені недоліки,

дисертація містить розробку нового методу визначення електричної осі серця, який може представляти собою інноваційний підхід до діагностики та лікування серцевих захворювань

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Роботу виконано відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» за темою К6002 «Розробка інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень під час проведення діагностичних та лікувальних заходів» (№д/р 0120U101531), а також згідно з договором про науково-технічне співробітництво №60/318-2020 з ТОВ «Компанія TREDEX» (м. Харків), в яких здобувач був виконавцем окремих етапів.

## **3. Наукова новизна одержаних результатів**

Дисертація містить наукову новизну, а саме:

- одержали подальший розвиток методи системного аналізу, які полягають у побудові узагальненої моделі процесу електрокардіологічного дослідження у вигляді сукупності функціональної, інформаційної та структурної моделей;

- вперше розроблено структурну модель електрокардіологічного дослідження у вигляді ймовірно-часового графа, за допомогою якої отримано аналітичні вирази, що описують процес вироблення діагностичних рішень та критерії ефективності проведення електрокардіологічного дослідження;

- вперше розроблено метод автоматичного визначення електричної осі серця, що дало змогу підвищити ймовірність правильного обчислення положення електричної осі серця без необхідності проводити морфологічний аналіз електрокардіограми.

Вважаю, що робота дисертанта є великим внеском у теорію та методи побудови кардіологічних систем підтримки прийняття рішень.

#### **4. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання**

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблені в дисертаційній роботі моделі процесу електрокардіологічного дослідження та метод автоматичного визначення електричної осі серця є науково-методичною основою для розробки відповідних алгоритмів і програмного забезпечення. Було розроблено програмне забезпечення для знаходження аналітичних виразів твірної функції, ймовірності та середнього часу проведення електрокардіологічного дослідження, розроблена структурна схема апаратно-програмного комплексу для проведення електрокардіологічного дослідження, а також програмне забезпечення для визначення електричної осі серця. Результати дисертаційної роботи впроваджено у вигляді моделей, алгоритмів і програмних модулів для рішення задач підтримки прийняття рішень у біомедичних системах, що підтверджено актом про впровадження на кафедрі «Комп'ютерна інженерія та програмування» НТУ «ХП».

**5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.** За результатами дослідження дисертаційної роботи опубліковано 25 наукових праць, з них у фахових наукових виданнях – 4, у реферативній базі Scopus – 2, у монографії – 1, публікацій у матеріалах міжнародних та українських наукових конференцій – 18.

Зазначене вище дозволяє стверджувати, що представлена дисертаційна робота є самостійним, завершеним науковим дослідженням, результати якого мають велике значення для підвищення ефективності діагностики захворювань серця.

#### **6. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Робота Мохамеда Хассана Фахса є завершеною науковою роботою, містить анотацію – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел і додатки.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-практичної задачі підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження пацієнтів і зниження ризиків прийняття невірних діагностичних рішень шляхом удосконалення існуючих методів морфологічного аналізу біомедичних сигналів та проектування кардіологічних систем підтримки прийняття рішень на основі цих методів.

Об'єктом дослідження є процес формування діагностичних рішень в умовах суттєвої апіорної невизначеності на основі функціональної діагностики стану серцево-судинної системи.

В першому розділі було проведено аналітичний огляд існуючих методів і засобів аналізу біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками в кардіології та встановлено, що побудова кардіологічних систем підтримки прийняття рішень пов'язана з низкою труднощів, таких як обмежена продуктивність класичних алгоритмів і неточність моделей. Отримані висновки дали змогу сформулювати мету роботи та задачі дослідження.

В другому розділі виконано системний аналіз процесу вироблення діагностичних рішень з метою виділення критичних елементів кардіологічної СППР, які можуть призвести до вироблення некоректних рішень або відмови від прийняття рішень, що дало змогу представити процес ЕКГ дослідження у вигляді узагальненої моделі, яка складається з функціональної, інформаційної та структурної моделей ЕКГ дослідження.

В третьому розділі розроблено новий метод автоматичного визначення електричної осі серця, який дає змогу обчислити положення електричної осі серця без необхідності морфологічного аналізу електрокардіограми. Продемонстровано роботу розробленого методу для різних випадків розташування електричної осі серця і патологічних станів серцево-судинної системи.

В четвертому розділі виконано верифікацію результатів розрахунку електричної осі серця за допомогою запропонованого в дисертаційній роботі методу з використанням бази даних електрокардіограм.

*Висновки*, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження та відповідають поставленим задачам. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

*Список літератури* досить широко охоплює предметне поле дослідження, що є свідомством глибокого опрацювання автором значної кількості джерел як вітчизняних так і іноземних авторів, та всебічного вивчення різних аспектів поставленої задачі.

*Додатки* містять інформацію про практичне впровадження результатів дисертації, їх верифікацію, а також програмний код для знаходження аналітичних виразів твірної функції та визначення електричної осі серця.

### **7. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність отриманих результатів обумовлена використанням комплексного підходу до вирішення поставленої задачі, а також послідовним виконанням відповідних методів дослідження, а саме: методу системного аналізу, методу функціонального моделювання, методу графічного структурного аналізу, теорії графів, методу кластерного аналізу. Усі отримані здобувачем висновки та результати є обґрунтованими, логічними та послідовними.

### **8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях**

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні ідеї автора та результати дослідження викладено у чотирьох фахових статтях, двох закордонних статтях, що індексуються в наукометричній базі Scopus, однієї монографії, а також дисертант активно приймав участь в українських та міжнародних конференціях, де була проведена апробація ідей, що викладено у дисертаційному дослідженні.

## **9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

1. Наведений в розділі пункт 1.1.3. Ехокардіографія не має безпосереднього відношення до актуальності теми та напрямків подальших досліджень ЕКГ і може бути видалений.

2. В кінці Розділу 2 наведені критерії ефективності як всього процесу ЕКГ дослідження, так і окремих його етапів. Варто було б показати механізм оптимізації моделі згідно відмічених критеріїв, та як вирішується задача багатокритеріальної оптимізації.

3. Твердження «для пошуку ЕВС необхідно виконати морфологічний аналіз ЕКГ, що, своєю чергою, вимагає знання ЕВС для правильного задавання еталона QRS-комплексів» є суперечливим, оскільки унеможлиблює пошук ЕВС взагалі. На практиці ж лікарі-кардіологи використовують візуальний або графічний метод розрахунку ЕВС за спеціальними таблицями.

4. З тексту дисертації не зрозуміло, чому на рис. 3.3. інтегральний сигнал зображено в вигляді множини точок, а на інших рисунках (рис.3.4, та рис.3.5) в вигляді замкнутих ліній.

5. В Розділі 2 та 3 зустрічаються елементи огляду.

Однак зазначені зауваження не носять принциповий характер і не знижують цінності проведеного здобувачем дослідження, актуальності, новизни та практичної значущості дисертаційної роботи.

## **10. Висновки**

Дисертаційна робота М. Х. Фахса є завершеною науково-дослідною роботою, яка є актуальною, має як наукову новизну так і практичне значення, містить науково-обґрунтовані результати, а також дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія».

Отже, враховуючи все вищесказане, вважаю, що дисертаційна робота Мохамеда Хассана Фахса «Система підтримки прийняття рішень в кардіології на основі методу визначення електричної осі серця» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та

скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Мохамад Хассан Фахс заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Рецензент – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерної інженерії  
та програмування

Національного технічного університету  
«Харківський Політехнічний Інститут»

Оксана ПОВОРОЗНЮК

28.11.2023


  
 Підпис: *проф. Оксана Поворозніук*  
 ЗАСВІДЧУЮ:  
 ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР  
 НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
 «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
 "28" 11 2023 р.  
 ЗАЙЦЕВ Ю. І.