

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора Кучук Ніни Георгівни на дисертаційну роботу **Фахса Мохамеда Хассана “Система підтримки прийняття рішень в кардіології на основі методу визначення електричної осі серця”**, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – інформаційні технології за спеціальністю 123 – комп’ютерна інженерія

Ступінь актуальності теми дисертаційної роботи. Постійний розвиток медицини передбачає впровадження нових технологій та методів для поліпшення діагностики та лікування хвороб. Новий метод визначення електричної осі серця може представляти собою інноваційний підхід до діагностики та лікування серцевих захворювань. Його впровадження може поліпшити точність та рівень інформації, яку лікар має про стан серця пацієнтів. Дослідження в галузі кардіології може мати практичні застосування для поліпшення діагностики та лікування серцевих захворювань, що призведе до зменшення смертності та поліпшення якості життя пацієнтів. Тому тема дисертаційної роботи Фахса Мохамеда Хассана, “Система підтримки прийняття рішень в кардіології на основі методу визначення електричної осі серця”, яка спрямована на удосконалення існуючих методів морфологічного аналізу біомедичних сигналів із локально зосередженими ознаками та проектування медичних систем підтримки прийняття рішень у кардіології на основі цих методів з метою підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження пацієнтів, є актуальною з наукової та практичної точок зору та має важливу технічну значущість.

Зв’язок теми дисертаційної роботи з науковими планами, програмами, фундаментальними та прикладними дослідженнями. Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки в Україні з розділу «Інформаційні та комунікаційні технології». Дисертаційна робота була виконана у межах науково-дослідних робіт кафедри «Комп’ютерна інженерія та програмування» в рамках двох науково-дослідних тем: 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 якій здобувач брав участь у якості виконавця.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.

Грунтовно проаналізувавши дисертаційну роботу можна відмітити, що наукові положення, висновки та рекомендації, що висвітлені в роботі, є достатніми, повними, а також належними чином повністю обґрунтованими. Для їх отримання та підтвердження автором було проведено як теоретичні, так і емпіричні, експериментальні дослідження, при цьому використовувалися вітчизняні та міжнародні вузькопрофільні та актуальні джерела. Достовірність положень і висновків зроблених автором підтверджується використанням класичних і сучасних методів досліджень, зокрема глибоким логічним аналізом літературних джерел, коректністю поставлених актуальних завдань, що потребують розв'язання та вирішення. Результати експериментальних та теоретичних досліджень доповідались та обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях, а також опубліковані в наукових фахових виданнях. Крім того, про достовірність отриманих результатів свідчить їх взаємоузгодженість, відповідність літературним даним і позитивні результати впровадження. У результаті проведення дисертаційного дослідження дисертанту вдалось розкрити та вирішити в повному обсязі мету та завдання, що були сформовані на початку. До кожного пункту роботи приведені логічні висновки, які дозволяють коротко та повно зрозуміти суть кожного етапу дослідження та практичну значущість отриманих результатів. Також достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта.

Вищевикладене свідчить про обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що викладено у дисертаційній роботі Фахса Мохамеда Хассана.

Наукова новизна положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукова новизна отриманих результатів обумовлена теоретичним узагальненням і новим рішенням важливого наукового завдання, сутність якого полягає в розвитку і поглибленні теорії та методів побудови кардіологічних систем підтримки прийняття рішень на основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками. У дисертаційній роботі отримані такі основні науково обґрунтовані результати:

– 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;

– одержали подальшого розвитку методи системного аналізу, що полягають у побудові узагальненої моделі процесу електрокардіологічного дослідження у вигляді сукупності функціональної, інформаційної та структурної моделей, що дали змогу виокремити основні джерела та потоки інформації, критичні етапи обробки діагностичної інформації з метою підвищення ефективності електрокардіологічного дослідження.

Наукова та практична цінність одержаних результатів. Робота має чітку послідовність постановки задач та отриманих рішень, достатню доказову базу та аргументованість результатів. Використано сучасний математичний апарат для реалізації сформованої мети. Порівняльні оцінки запропонованих автором нових рішень щодо результатів, які отримані провідними вченими та

дослідниками в галузі, достатньо аргументовані та відповідають списку приведених першоджерел. Висновки та рекомендації, що сформульовані в дисертаційній роботі, враховують сутність та актуальність наукового завдання роботи та її мету, вони є придатними для практичного використання.

Усі теоретичні розробки дисертації здобувач довів до конкретних методик та алгоритмів. Зокрема, отримані такі практичні результати:

- розроблено програмне забезпечення для знаходження аналітичних виразів твірної функції, ймовірності та середнього часу проведення електрокардіологічного дослідження за запропонованою структурною моделлю;

- розроблена структурна схема апаратно-програмного комплексу для проведення електрокардіологічного дослідження;

- розроблено 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» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у науково-дослідній роботі й навчальному процесі під час вивчення дисциплін «Обробка сигналів і зображень», «Проектування комп'ютерних діагностичних систем», «Основи наукових досліджень», а також у курсових і дипломних роботах бакалаврів і магістрів за спеціальністю «Комп'ютерна інженерія» (м. Харків).

Повнота викладення наукових і прикладних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні ідеї здобувача та результати дослідження викладено у 4 статтях в наукових виданнях України, 2 - в іноземних виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus, 1 - у монографії, 18 публікацій у матеріалах міжнародних та українських наукових конференцій. Також здобувач активно приймав участь в багатьох міжнародних конференціях та симпозіумах, де була проведена апробація наукових результатів дисертаційного дослідження. Основні результати дисертаційної роботи у цих публікаціях відображено достатньо повно.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення. Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам. Усі положення, винесені на захист, висвітлені в тексті дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає її назві.

Дисертація написана грамотною науковою мовою та оформлена відповідно до існуючих нормативних документів, текст і графічний матеріал виконані акуратно з використанням комп'ютерної техніки.

Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 114 сторінок основного тексту, з них: 37 рисунків, з них 12 рисунків на 12 окремих сторінках, та 19 таблиць, список використаних джерел із 106 найменувань на 14 сторінках, 5 додатків на 16 сторінках. Загальний обсяг роботи викладено на 144 сторінках., що відповідає встановленим вимогам.

У **вступі** автором представлена загальна характеристика роботи, обґрунтована актуальність наукової теми, сформульовані мета і задачі дослідження, відображено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів і висновків, наведено дані щодо їх апробації та впровадження.

У **першому розділі** виконано постановку науково-практичної задачі удосконалення методів аналізу біомедичних сигналів із локально зосередженими ознаками в кардіологічних системах підтримки прийняття рішень. Досліджено особливості побудови біомедичних систем підтримки прийняття рішень в кардіології. Показана необхідність у розробці нових моделей процесу електрокардіологічного дослідження та методів аналізу біомедичних сигналів із локально зосередженими ознаками з метою забезпечення якісного лікувальнодіагностичного процесу та запобігання подальшому розвитку захворювань серця та серцево-судинної системи. 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. На основі розроблених функціональної та інформаційної моделей запропоновано структурну схему апаратно-програмного комплексу для проведення електрокардіологічного дослідження.

В **третьому розділі** розроблено новий метод автоматичного визначення електричної осі серця, який за зміною амплітуд у 6 стандартних відведеннях від кінцівок дає змогу обчислити положення електричної осі серця без необхідності морфологічного аналізу електрокардіограми. Продемонстровано роботу розробленого методу автоматичного визначення електричної осі серця 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, що були записані за допомогою транстелефонного цифрового 12-канального ЕКГ комплексу «Телекард» (виробництво ТОВ «Компанія TREDEX», м. Харків) і розшифровані лікарями-кардіологами комунального некомерційного підприємства Харківської обласної ради «Центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф». У висновках наведено основні результати наукової роботи щодо вирішення поставлених наукових задач дослідження

Висновки, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. В висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список використаних джерел широко охоплює предметне поле дослідження, певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості джерел пов'язаних з захистом інформації, інтелектуальними методами та метриками оцінки їх ефективності. *Додатки* доповнюють дисертацію прикладами функціонування розроблених методів, аналізом існуючих метрик оцінки якості та структурними схемами розроблених засобів з детальним описанням кожного блоку представлених у додатку схем.

Зауваження до дисертаційної роботи. В процесі ознайомлення з роботою позитивне враження справило докладне обґрунтування усіх висунутих у роботі положень, використання сучасних математичних методів.

Але при цьому виникли такі зауваження та недоліки:

1. У першому розділі здобувачем проведений детальний аналіз сучасних методів функціональної діагностики в амбулаторно-поліклінічній практиці. Але постановочна частина дисертації виглядала б краще, якби більш наглядно (у вигляді діаграм та графіків) були б наведені результати аналітичного огляду основних характеристик розглянутих методів. Це підвищило б ступінь обґрунтованості зробленого автором висновку щодо необхідності розробки нових та удосконалення існуючих методів і засобів функціональної діагностики.

2. У другому розділі здобувач запропонував комплекс моделей, що описують розглянутий процес при заданих початкових умовах та дозволяють проводити аналіз та оптимізацію як усього процесу ЕКГ дослідження, так і окремих його етапів. Але бажано було б ще провести оцінку адекватності запропонованого комплексу реальному процесу ЕКГ дослідження.

3. У третьому розділі при розробці методу автоматичного визначення електричної осі серця для знаходження максимально віддалених від початку координат точок автор використовує метод k -середніх. Треба було обґрунтувати, чому був обраний саме цей метод кластерного аналізу, а не припустимо, метод k -медіан, який має простішу метрику для мінімізації помилки.

4. У четвертому розділі автором запропонована структурна схема апаратно-програмного комплексу для проведення електрокардіологічного дослідження, до складу якої входить АРМ медичного персоналу, програмні модулі якого детально описані в підрозділі 4.1. Бажано було б даний підрозділ доповнити вимогами до характеристик обладнання розробленого АРМ, наприклад, визначити, які є вимоги до обладнання підтримки бази даних та бази знань кардіологічної СППР.

Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки. Зазначені недоліки не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не зменшують її якості, а також наукової та практичної цінності. Вони не є

визначальними і можуть бути враховані як напрямки подальших досліджень. Під час вивчення та аналізу дисертаційної роботи **випадків порушення академічної доброчесності** виявлено не було.


Дисертаційна робота Фахса Мохамادا Хассана є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає спеціальності 123 – «Комп’ютерна інженерія».

За змістом, актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною значимістю одержаних результатів дисертаційна робота “Система підтримки прийняття рішень в кардіології на основі методу визначення електричної осі серця” відповідає вимогам п.п. 6–9 “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, із змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 341 від 21.03.2022, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Фахс Мохамад Хассан, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 – комп’ютерна інженерія.

Професор кафедри комп’ютерної інженерії та програмування
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор

 Ніна КУЧУК

“ 19 ” листопада 2023 р.

Підпис 
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
“ 19 ” 11 2023 р.



ЗАЙЦЕВ Ю. І.