

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Шликова Владислава Валентиновича на тему «Інформаційна технологія неінвазивного контролю температури серця людини в умовах регульованого охолодження та зігрівання під час штучного кровообігу», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.09 – медична та біологічна інформатика і кібернетика

Актуальність теми дисертації.

Технологія та спеціальна медична апаратура штучного кровообігу застосовується для тимчасового заміщення газообмінної функції легенів і насосної функції серця на період, необхідний для виконання кардіохірургічної операції. Висока складність та часові обмеження зумовлюють високі вимоги до функціональної складової відповідного обладнання. Вимірювання та контроль температури відкритого серця – надзвичайно важлива процедура, яка дозволяє оцінити як стан серця в цілому, так і коронарний кровотік в окремих його відділах. Проблема апаратного неінвазивного контролю температури серця гостро стоїть перед кардіохірургами та виробниками медичної апаратури. Тому актуальність теми роботи висока. Її підтвердженням є те, що дисертаційне дослідження проводилось в рамках державних програм науково-дослідних робіт «Дослідження динамічних властивостей та адаптаційних резервів системи кровообігу людини та розробка критеріїв їх оцінки із застосуванням математичного моделювання» (номер держреєстрації 0110U001467), «Медико-інженерна розробка технічних засобів керованого термічного впливу та його контролю для хірургічного лікування серцево-судинних захворювань» (номер держреєстрації 0111U009102), «Інструменти для керованої гіпотермії пацієнтів з серцево-судинною патологією», в яких здобувач брав участь як виконавець та відповідальний виконавець.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

– в роботі вперше запропоновано метод детектування малих температурних неоднорідностей на основі поєднання методу термографії та методу Ейлера для оброблення потоку відеотермографічних даних, новизною якого є застосування в реальному часі цифрової обробки відеоряду термограм з операцією

вилучення візуального фону та рекурсивного оновлення його моделі, що визначається з послідовності кадрів термографічного зображення, що дозволило підсилити та візуалізувати невеликі зміни температури на різних стадіях проведення перфузії за різних температурних умов;

– вперше спроектовано інформаційну технологію неінвазивного контролю температури серця для задач виявлення змін кровотоку в коронарних судинах за умов регульованого охолодження та зігрівання, яка відрізняється урахуванням даних про розподіл температур на поверхні міокарда, що дає змогу підвищити достовірність контролю температури та знизити ступінь ішемічних ушкоджень міокарда під час штучного кровообігу та проводити персоніфіковану оцінку інтраопераційного захисту серця;

– вперше розроблено моделі розповсюдження теплоти у поверхневих та внутрішніх шарах міокарда за умов штучного кровообігу в діапазоні температур $+4...+38$ °C, які базуються на тепловій RC-мережі та враховують виміряні характеристики розподілу температури на поверхні серця під час регульованого охолодження і зігрівання як початкові параметри моделей та змінний показник температурного опору міокарда, що, в свою чергу, уможливило дослідження динаміки температурного поля серця за цих умов;

– розроблено критерій ефективності захисту серця, виражений співвідношенням геометричних площ охолоджених та прогрітих ділянок міокарда, що є об'єктивним маркером ефективності захисту серця в умовах штучного кровообігу та дає змогу здійснювати прогноз і виявлення зон ішемічного ушкодження в серці.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність.

Висунуті і сформульовані в дисертації наукові положення, висновки і рекомендації є новими, достовірними і достатньо обґрунтованими. Це зумовлено широким аналізом літературних даних, коректним застосуванням методів досліджень та математичного апарату для моделювання та опрацювання експериментальних даних. Теоретичні положення підтверджені

експериментальними дослідженнями, а результати аналітичних розрахунків та емпіричні дані збігаються з достатнім ступенем достовірності.

Відповідно до представлених у дисертації актів впровадження, результати дисертаційної роботи були використані у клінічній практиці для інформаційно-технічного забезпечення 26 операцій при загальній кількості 786 опрацьованих термографічних зображень; 10 реконструктивно-відновлювальних операцій в ортопедії та 12 операцій в щелепно-лицьовій хірургії при загальній кількості 198 опрацьованих термографічних зображень; 6 досліджень впливу електромагнітного випромінювання на магнітний наноконкомплекс в злоякісній пухлині при загальній кількості 39 опрацьованих термографічних зображень.

Значимість отриманих результатів для науки та практичного використання.

Отримані наукові та практичні результати роботи дозволяють більш точно змоделювати та оцінити процеси теплообміну в серцевому м'язі, а це є основою для подальшого розроблення нових інформаційних методів тепловізійної діагностики, супроводу і оптимізації процесу гіпотермії та гіпертермії, діагностики кардіохірургічних хворих в післяопераційному періоді тощо.

Застосування розробленої в дисертації комплексної технології неінвазивного контролю температури серця для дослідження розподілу температурного поля у міокарді за умов штучного кровообігу дає змогу здійснювати контроль і регулювання температури тіла пацієнта при проведенні перфузії, гіпотермії та гіпертермії.

Впровадження розробленого експериментального зразка програмно-апаратної термографічної системи неінвазивного контролю температури, який реалізує інформаційну технологію неінвазивного контролю температури серця людини, уможливорює достовірний контроль температури міокарда з похибкою визначення показника не більшою за $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ та високий ступінь відповідності розроблених методів клінічним даним (коефіцієнти детермінації від 0,75 до 0,99).

Практична значимість роботи підтверджується результатами впровадження, яке було здійснено в Національному інституті серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН України; Національному інституті раку АМН України; Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях, їх апробація на конференціях та семінарах.

За матеріалами дисертації опубліковано 48 праць, з них 17 статей у спеціалізованих фахових виданнях України, 7 статей в закордонних фахових виданнях, 7 статей у інших наукових виданнях, 12 матеріалів і тез доповідей на конференціях та з'їздах, 3 патенти України на корисну модель. Представлені публікації в достатній мірі відображають зміст та основні положення дисертаційної роботи. Апробація результатів проводилась на міжнародних конференціях та конгресах з 2012 по 2017 рр. Кількість та якість публікацій за темою дисертації, а також обсяг апробації результатів роботи відповідає чинним вимогам, а їх зміст відповідає темі та змісту дисертаційного дослідження.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам до оформлення дисертації.

В цілому дисертаційна робота та автореферат оформлені у відповідності з чинними в Україні вимогами до цих документів як за формою, так і за змістом.

У вступі автором, відповідно до чинних вимог, представлено загальну характеристику роботи, визначено наукову проблему, якій присвячена дисертація, та обґрунтована її актуальність, вказано на зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет дослідження, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, особистий внесок здобувача; наведено дані про методи досліджень, апробацію, наукові публікації за темою роботи та загальну структуру дисертації.

У першому розділі проаналізовано проблеми створення неінвазивних методів вимірювання температури тіла людини за умов штучного кровообігу.

У другому розділі досліджено розподіл теплових полів відкритого серця за технологіями інфрачервоної термографії.

У третьому розділі проведено дослідження та побудовано моделі процесів теплопереносу у серці та в системі штучного кровообігу.

У четвертому розділі розглянута методика проведення термографічних досліджень із застосуванням методів та засобів неінвазивного контролю температури.

У п'ятому розділі розроблено технічне забезпечення термографічних досліджень із застосуванням методів та засобів неінвазивного контролю температури.

У шостому розділі представлено результати клінічних досліджень розроблених засобів неінвазивного контролю температури серця людини.

Автореферат дисертації є ідентичним за змістом основним положенням дисертації та достатньо повно відображає основні наукові положення, практичну значимість і висновки. Автореферат і дисертаційна робота оформлені у відповідності до встановлених вимог, що вказані у паспорті спеціальності 05.13.09 – медична та біологічна інформатика та кібернетика.

За змістом дисертації є наступні зауваження:

1. Неправильно вказано посаду другого опонента: проф. О. Г. Аврунін є завідувачем кафедри БМІ, а не професором цієї кафедри.

2. Актуальність дисертаційного дослідження викладена не зовсім вдало.

3. Завдання 6 дисертації – виникає питання, чи має юридичне право здобувач на проведення клінічних досліджень, що є вимогою до здобувачів у медичній галузі. На мій погляд – ні.

4. В частині «Вступу», що описує методи досліджень, не вказано для чого були використані ті чи інші методи.

5. Пункт 9 наукової новизни: приведено тільки значення вірогідності (98 %), але відсутні дані, з якою інформаційною технологією проводилось порівняння і на скільки в роботі підвищена вірогідність контролю температури серця.

6. Ключові слова не відображають суті зв'язку дисертаційної роботи зі спеціальністю 05.13.09.

7. В розділі 1 дисертаційної роботи відсутній аналіз наявних інформаційних систем і технологій за темою дисертації, що викликає логічне запитання: як виконувалось це дослідження за відсутності критеріального аналізу та оцінювання наявних українських та закордонних аналогів.

8. Починаючи зі с. 7 автореферату і до с. 25 в його тексті відсутні будь-які ключові слова спеціальності 05.13.09, а саме: інформаційна технологія, інформаційне забезпечення, алгоритм, критерій, система підтримки прийняття рішень, бази даних і знань. Наведена на с. 25 структура розробленої ІТ, по перше, не містить елементів новизни, а по друге, не містить опису ключового складника дисертації – інформаційної технології, опису якої в авторефераті відведено всього 10 рядків тексту (с. 28-29).

9. Завдання 5, яке присвячене критеріям, ніяким чином в авторефераті, окрім висновків, не відображено. Це не дає змоги оцінити рівень і повноту його виконання. Окрім цього, на с. 5 автореферату мова йде про «критерій оцінювання рівномірності», а на с. 9 автореферату – вже про «критерій оцінювання нерівномірності».

10. Не зрозуміло, чому за наявності в дисертації великої кількості медичного матеріалу в роботі відсутнє його оцінювання за критеріями чутливості і специфічності та порівняльний аналіз з наявними в Україні та за кордоном аналогами.

11. Ні один з шести розділів дисертації не присвячено, як свідчить «Зміст», розробленій інформаційній технології. Водночас не зрозуміло, які «біомедичні проблеми» вирішує здобувач в розділі 5 (див. назву).

12. С. 313 дисертації: на рис. 5.2 блок на основі Arduino Uno визначено як «канал синхронізації», а в тексті на с. 314 – вже як «мікропроцесорний блок обробки сигналів». На мій погляд, такі помилки в докторській дисертації неприпустимі.

13. Рис. 2.8 на с. 108 дисертації має назву «Концепція створення...», а рис. 5.13, ідентичний за назвою етапів – це вже «Структура інформаційної технології...» Незрозуміло, в чому різниця між наведеними концепцією і структурою.

14. Аналіз списку використаних джерел показав, що лише джерела 246 та 247 із загальної кількості 269 найменувань, мають безпосереднє (за назвою) відношення до теми дисертації.

15. В анотації вказано, що «Вдосконалення існуючих та розробка нових методів і засобів контролю температури мозку і серця в умовах штучного кровообігу є життєво важливою і актуальною проблемою». З цим не можна погодитись, адже вдосконалення та розробка нових методів не може бути проблемою. Проблемою є складність і низька достовірність контролю температури серця при проведенні хірургічних втручань на відкритому серці, що пов'язано з відсутністю відповідних методів, обладнання та інформаційних технологій.

Вказані зауваження не досягають рівня негативної оцінки наукової роботи та не знижують актуальності, новизни та практичної значущості дисертаційної роботи.

Висновки щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.

Вважаю, що за актуальністю обраної теми, обсягом та рівнем виконаних теоретичних і клінічних досліджень, науковою новизною, достовірністю та обґрунтованістю висновків, значенням для науки та практики дисертаційна робота повністю відповідає: вимогам п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» (зі змінами), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, щодо докторських дисертацій, а її автор, Шликов Владислав Валентинович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.13.09 – медична і біологічна інформатика та кібернетика.

Офіційний опонент,

професор, завідувач кафедри
біомедичної інженерії Вінницького
національного технічного університету
МОН України,
доктор технічних наук



С. М. Злепко

