

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертацію Белікова Олександра Євгеновича

«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ

КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ І ЛІКУВАННЯ ЗАСОБАМИ ФОТОТЕРАПІЇ»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

зі спеціальності 05.13.05 - «Комп'ютерні системи та компоненти»

1. Актуальність роботи.

У наш час стрімкий розвиток 4-ї промислової революції (Industry 4.0) характеризується поширенням багатьох нових технологій, в тому числі штучного інтелекту, кіберфізичних систем, доповненої реальності, хмарних сервісів, інтернету речей (IoT) тощо. За розрахунками аналітиків BCG, в Німеччині промисловий IoT дозволить збільшити загальну продуктивність на 5–8 %, або на 90–150 млрд євро/рік. На думку багатьох аналітиків, особливо затребуваними ці технології будуть і в галузі цифрової медицини. Останнім часом саме там стрімко розвиваються нові типи сучасних засобів хвильового впливу (інфрачервоного, оптичного спектрів тощо), робота яких ґрунтується як на різних типах елементної бази, так і на різних алгоритмах та засобах формування вихідного сигналу. З іншого боку, з'являються мікроелектронні елементи техніки з низьким енергоспоживанням, які можуть працювати від живлення зазначених малих джерел енергії. У зв'язку з цим пошук рішень, спрямованих на зниження енергоспоживання, підвищення ефективності впливу, посідає одне з найголовніших місць у сучасних наукових дослідженнях, пов'язаних зі створенням IoT-пристроїв та приладів фототерапії зокрема.

Отже, актуальність роботи не викликає сумнівів, оскільки вона спрямована на розробку нових методів, моделей та засобів підвищення ефективності пристроїв фототерапії на базі сучасних досягнень комп'ютеризованих систем та їх компонентів, що забезпечуватиме реалізацію контрольованої дозованості впливу, відповідно до діагностичного припису та синхронізації до фази електрокардіо-графічного імпульсу і пульсової хвилі.

2. Основні наукові положення і результати, що отримані особисто здобувачем.

Автором сформульовані та обґрунтовані наукові положення для створення комп'ютерно-інтегрованих систем, моделей, методів і засобів контролю параметрів процедур та режимів роботи медичного діагностично-лікувального устаткування і його перевірки.

Основні результати роботи полягають у наступному:

Вперше розроблено:

- комп'ютерно-інтегровану систему, що реалізує спосіб резонансно-конформаційної терапії у середовищі Arduino контролерів, які за рахунок формування керованого опромінення в умовах стаціонарного та імпульсного магнітних полів забезпечують задану дозу та інтенсивність опромінення за приписом лікаря;

- метод корекції параметрів драйвера імпульсних сигналів, що містить засоби моделювання та корекції параметрів для заданого виду імпульсного сигналу з урахуванням властивостей струмозалежних елементів та задачі, що розв'язується;

- комп'ютеризовану систему передпроцедурної перевірки устаткування фототерапії.

Набув подальший розвиток:

- метод представлення нелінійних процесів у колі зі струмозалежними індуктивностями за рахунок опису магнітних властивостей феромагнітного осереддя, що дозволяє описувати перехідні процеси в електромагнітних колах імпульсної дії;

- метод комп'ютеризованого контролю параметрів процедури та супроводжуючих дій, що визначають умови її проведення та динаміки стану пацієнта;

- метод оптимального вибору геометричних параметрів матриць світлодіодів.

У роботі вдосконалено:

- засоби інтеграції до комп'ютерно-інтегрованої системи, підсистеми передпроцедурної перевірки устаткування для опромінення шляхом формування

додаткових каналів зв'язку та створення автоматизованої системи керування програмою контролю параметрів випромінювання та умовами їх перебігу;

– засоби інтеграції до складу комп'ютерно-інтегрованої системи, підсистеми контролю відстані до ділянки, що опромінюється, та засобів дистанційного вимірювання її температури.

4. Наукова новизна результатів роботи.

Автором розроблено наукові підходи до підвищення ефективності, а саме комп'ютерно-інтегровану систему, що реалізує спосіб резонансно-конформаційної терапії у середовищі Arduino; метод корекції параметрів драйвера імпульсних сигналів; комп'ютеризовану систему передпроцедурної перевірки устаткування фототерапії; метод представлення нелінійних процесів у колі зі струмозалежними індуктивностями; метод комп'ютеризованого контролю параметрів процедури лікування та супроводжуючих дій; метод оптимального вибору геометричних параметрів матриць світлодіодів; засоби інтеграції до комп'ютерно-інтегрованої системи підсистеми передпроцедурної перевірки устаткування для опромінення; засоби інтеграції до складу комп'ютерно-інтегрованої системи підсистеми контролю відстані до ділянки, що опромінюється, та засобів дистанційного вимірювання її температури.

Отже, у дисертації, на основі виконаних автором досліджень, вирішено науково-технічну задачу створення комп'ютеризованої системи, що забезпечує терапевтичні процедури засобами фототерапії з підвищеною ефективністю.

5. Значення отриманих результатів для теорії і практики.

У результаті виконаних автором досліджень було виявлено ряд закономірностей. Зокрема, отриманий аналітичний опис параметрів драйверів з урахуванням змін заряду та сили струму у колі з варіативними індуктивністю та ємністю дозволяє синтезувати двопараметричний закон зміни зовнішньої напруги, що забезпечує досягнення необхідної величини максимального значення сили струму за заданий проміжок часу з необхідною частотою слідування. Отже, окремі вищезазначені результати роботи є внеском у розвиток теорії проектування комп'ютеризованих приладів на базі одноплатних комп'ютерів, лазерних далекомірів, пристроїв передпроцедурної перевірки.

Під час виконання роботи були використані коректні і достовірні методи дослідження, внаслідок чого були отримані такі прикладні результати.

1. Реалізовані елементи комп'ютеризованих систем і мереж, технології профілактики та лікування на основі застосування ефекту модульованого випромінювання, що досягається шляхом широтно-імпульсного моделювання та фільтрацією сигналу, апаратними засобами SPI та UART-інтерфейсів або драйверами світлодіодів WS2811 та WS2812.

2. Розроблені архітектури для налагодження процедури фототерапії на базі однокристальних мікроконтролерів з використанням далекомірів та інфрачервоної матриці контролю температури, що дозволяють реалізовувати як метод резонансно-конформаційної терапії, так і контролювати параметри процедур.

3. Отримані налаштування драйверів крокових двигунів TMC2100 для розв'язку задач фототерапії на основі чисельних методів опису і моделей перехідних процесів у колі імпульсного струму.

4. Розроблені варіанти комп'ютеризованої системи для перевірки апаратно-програмного забезпечення, що дозволяє проводити вимірювання параметрів випромінювання, як одиничних, так і груп випромінювачів на базі оцінки інтегральних величин, а також індикатрис.

5. Розроблені і застосовані алгоритми та програми у середовищі програмування Arduino дозволяють реалізовувати необхідний набір функцій комп'ютеризованих систем калібрування та перевірки фототерапевтичних приладів.

6. Запропоновані пристрої передпроцедурної перевірки дозволяють контролювати параметри устаткування відповідно до вимог доказової медицини.

7. Здійснені експериментальні випробування систем практичного впровадження в дерматології, в неонатології та відновлювальній медицині комп'ютеризованих систем фототерапії.

8. Випробування показали, що розроблені компоненти мають необхідні параметри для організації фототерапевтичних процедур за приписами лікаря.

Важливо, що ця робота виконувалася в рамках таких НДР: «Розроблення мобільних малогабаритних та стаціонарних бездротових приладів ранньої діагностики, профілактики, лікування та посттравматичних відновлень військово-цивільного застосування», номер державної реєстрації – 0119U100422; «Розробка модулів автоматизації бездротових приладів відновлення пост-інфарктних, пост-інсультних пацієнтів в індивідуальних умовах віддаленої реабілітації», номер державної реєстрації – 0121U109898, у яких автор був виконавцем.

6. Аналіз змісту дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 223 сторінки. Дисертація містить 113 рисунків, 19 таблиць, список використаних джерел зі 162 найменувань.

У вступі Беліков О.Є. обґрунтував актуальність теми дисертації, сформулював мету та задачі дослідження, визначив наукову новизну та практичну значущість, навів результати апробації роботи.

У першому розділі проведено огляд літературних джерел, проаналізовано сучасні методи та інструментальне забезпечення реалізації процедур фототерапії. На підставі аналізу останніх наукових робіт визначено основні нерозв'язані проблеми і недоліки існуючих систем, означено тенденції консолідованого розвитку комп'ютерно-інтегрованих технологій і елементів комп'ютерних систем відповідно до вимог і потреб ефективного проведення процедур фототерапії. Встановлено, що головними недоліками сучасних систем фототерапії є нездатність формувати та контролювати потоки випромінювання за інтенсивністю, дозою, спектральним складом та часовим перебігом процесу опромінювання. На підставі проведеного порівняльного аналізу були означені перспективні напрями розвитку архітектурних реалізацій комп'ютеризованих систем з урахуванням їх сучасного рівня розвитку елементів.

У другому розділі запропоновано архітектурні реалізації вдосконалених приладів фототерапії як елемента комп'ютеризованих систем, що у сукупності реалізують технології профілактики та лікування. Це зумовлено введенням функціональних елементів, що забезпечуватимуть формування спектра

опромінення, контроль величини параметрів опромінення на поверхні біотканини. Доведено ефективність підходу за рахунок формування постійної і змінних складових магнітного поля із забезпеченням величини вектора напруженості, що розраховується і реалізується комп'ютеризованою системою. Поставлені та розв'язані задачі: про формування каналів керування матричними випромінювачами; про струм, що тече у колі із послідовно з'єднаними струмозалежними індуктивністю і ємністю; про оптимальні відстані між осями світлодіодів у випромінювачі.

У третьому розділі розглянуто запропоновано архітектурні реалізації вдосконалених приладів із застосуванням мережових технологій для повірки точкових, матричних та інших випромінювачів. Представлено результати 3D-моделювання їх елементів, розроблено стенди для експериментального дослідження. Експериментально досліджено основні методи повірки та калібрування напівпровідникових випромінювачів, визначені недоліки цих методів та запропоновані шляхи удосконалення за рахунок власних комп'ютерних компонентів та засобів. Проведені дослідження восьми обраних типів випромінювачів червоної та інфрачервоної частини спектра. Розроблено та досліджено функціональну схему та просторову модель для повірки просторового розподілу енергетичної потужності випромінювача. На основі проведених досліджень були сформовані просторові діаграми випромінювачів. Проведені дослідження матричних випромінювачів. Експериментально встановлено діапазон величин відстаней до біотканини для забезпечення оптимальної густини розподілу енергії по поверхні.

У четвертому розділі створено макети та конструкції комп'ютеризованих систем фототерапії, в яких реалізовані отримані теоретичні положення наведених результатів досліджень. Продемонстровано, що результати удосконалення запропонованих архітектур комп'ютерних систем за допомогою мобільних додатків впроваджуються у фотодерматологію. Досліджено і визначено умови, що забезпечують перпендикулярність падаючих променів на поверхню шкіри обличчя людини. Запропоновано методику впровадження вискоефективних матричних випромінювачів з контактним безпечним опромінюванням, що дозволило підвищити ефективність терапії мінімум на

15%. При цьому інтеграція датчиків до інкапсульованого випромінювача та наявність керування через мобільний застосунок дозволяє контролювати процес терапії віддалено. Розроблені конструктивні рішення було впроваджено під час розробки IoT «Ultimate mask» та «MedLED» у відповідних стартапах.

Загальні висновки відображають головне наукове завдання, що вирішено автором дисертації в процесі досліджень, а також основні наукові та прикладні результати роботи.

У додатках наведено акти впровадження результатів дисертаційної роботи, описи та зображення розроблених реалізацій.

7. Повнота викладу в опублікованих працях основних результатів дисертації та їх апробація.

Ознайомлення з дисертацією, авторефератом і копіями наукових праць дозволяє зробити висновок про дотримання здобувачем Беліковим О. Є. вимог щодо повноти публікування результатів дослідження у наукових виданнях. Разом з темою дисертації було опубліковано 43 наукових роботи, з них: 8 – у фахових виданнях; 4 публікації, що реферуються у Scopus; 15 – у збірниках матеріалів міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій; 16 – патентів України. Наведений перелік публікацій, їх зміст та обсяг відповідають темі дисертації, у повному обсязі відображають отримані положення, наукові результати та висновки, свідчать про їх новизну.

8. Зауваження.

1. Тему роботи сформульовано не дуже вдало. Краще було б її пов'язати з предметом дослідження, наприклад, «Методи та засоби підвищення ефективності...».

2. При обґрунтуванні актуальності в авторефераті та дисертації автором не зазначено жодного чисельного показника у підтвердження цього.

3. Об'єктом дослідження у роботі мабуть все таки є «процеси взаємодії між комп'ютерними системами та фототерапевтичними приладами...», а метою роботи «розробка методів та засобів підвищення ефективності...».

4. У першому та третьому пунктах наукової новизни бажано було конкретизувати наукові підходи, які призвели до появи відповідних результатів автора, а також корисні відмінності від існуючих прототипів та/або аналогів.

5. У пп.1.2 автором наведено опис існуючих моделей та схем медичних приладів. Але при цьому не вистачає їх критичного аналізу.

6. Подекуди в основних розділах наводиться оглядова інформація (наприклад, пп.2.1.2, 2.1.3, 3.2.3, 4.2), яку більш доречно було б перенести в перший розділ.

7. На с.137 сформульована оптимізаційна задача (2.32), яку автор розв'язує за методом множників Лагранжа (2.33). Але обґрунтування цьому не наводиться. Чи можливо було застосувати інші методи оптимізації? Чи досліджувалося питання поганої обумовленості (багатоекстремальності) функції мети?

8. Висновки окремих розділів мають вигляд простих анотацій. Наприклад, розділ 2 (5-й висновок), розділ 3 (1-й, 3-й висновки) тощо.

9. У роботі присутні незначні помилки в оформленні, присутні деякі неточності застосування спеціальної термінології (наприклад, «управління» замість «керування», с.9, 10 в авторефераті), «русизмів» («таким чином», с. 2, 15 в авторефераті), небажане застосування прийменника «по» (с.7, с.17 автореферату тощо), у формулах автором не завжди наводяться відповідні одиниці вимірювання.

Разом з цим слід зазначити, що зроблені зауваження не знижують значущості головних отриманих наукових та практичних результатів.

9. Загальні висновки із дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Белікова Олександра Євгеновича є завершеним науковим дослідженням і містить нові науково обґрунтовані результати у галузі автоматизації процесів керування. Отримані наукові результати мають важливе значення для розв'язання практичних задач. Всі зазначені результати, висунуті на захист, отримані автором самостійно та повністю відповідають паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти, зокрема за такими напрямками досліджень:

- методи та засоби забезпечення ефективності, надійності, контролю, діагностики, надійних, придатних для контролю та діагностики комп'ютерних систем і мереж, їх пристроїв і компонентів;

- створення інтелектуалізованих систем аналізу і синтезу апаратних та програмних засобів комп'ютерних та інформаційно-вимірювальних систем, комп'ютерних мереж та їх компонентів;
- підвищення ефективності, оптимізації та застосування інформаційно-вимірювальних систем, орієнтованих на різні предметні області, а також комп'ютеризованих систем діагностування та контролю параметрів процесів і середовищ, систем для вимірювання параметрів випадкових процесів та полів, систем ідентифікації сигналів, систем автоматичного контролю технологічних процесів.

Матеріали дисертаційної роботи викладені логічно, послідовно. Розділи та підрозділи закінчуються аргументованими висновками. Задачі досліджень у кожному розділі обґрунтовані та вирішені доволі повно.

Зміст автореферату відповідає змісту дисертації.

Дисертація відповідає вимогам п. 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» (постанова КМУ від 24.07.2013 р. № 567) щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Беліков Олександр Євгенович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

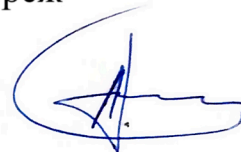
Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор

завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж

Криворізького національного університету,

Міністерства освіти і науки України



А.І. Купін

