

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Левкіна Дмитра Артуровича
«Математичне моделювання та оптимізація параметрів дії
лазерного променя на багатошарові біосистеми»,
що представлена на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю
01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

1. Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота Левкіна Д.А. присвячена питанням розробки математичних моделей, чисельних методів, алгоритмів і спеціалізованих моделюючих пристройів для підвищення якості біотехнологічного процесу лазерної сегментації багатошарового мікробіологічного матеріалу за критерієм життєздатності його частин. У дисертаційній роботі ставиться основна задача пошуку раціональних параметрів джерела збудження температурного поля у мікробіологічній системі за відповідними обмеженнями з забезпеченням життєздатності сегментованих частин біоматеріалу.

Така постановка основної задачі характерна для: підвищення якості процесу ділення штучної і натуральної шкіри при лікуванні великих опіків; зварювання біоматеріалу; ділення ранніх елітних ембріонів з метою іх подальшої трансплантації; використання в практиці мікрохірургії, офтальмології, косметології і інших галузях. Отже, актуальною є задача розробка методів математичного моделювання задач пошуку раціональних значень параметрів теплової дії лазерного променя на багатошаровий мікробіологічний матеріал складної просторової форми.

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

Дисертаційна робота виконана відповідно до науково-дослідної роботи та дослідно-конструкторської роботи Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка, де виконувалися науково-технічні роботи за темами: «Моделювання процесу теплового нагріву багатошарового біологічного об'єкта» (довідка впровадження від



21.12.2012 р., № 21-1-7/268); «Розробка методів лазерного ділення ембріонів великої рогатої худоби» (довідка впровадження від 12.04.2013 р., № 0206U000717); «Розробити і оптимізувати системи клонування, химеризації, гібридизації та біофізичної оцінки якості ооцитів, ембріонів і репродуктивної функції самців» (довідка впровадження від 12.03.2014 р., № 0111U003445); «Результати експериментальних досліджень по впливу ЕМП КВЧ діапазону на біологічні об'єкти» (акт впровадження від 4.06.2015 р., № 0104U003721).

3. Вірогідність і наукова новизна отриманих результатів. Аналіз матеріалів дисертаційної роботи, ксерокопій публікацій автора та відповідність підрозділу «особистий внесок здобувача» у авторефераті, дозволив зробити наступні висновки.

1. Отримала подальший розвиток математична модель основної оптимізаційної задачі, що є багатовимірною, нестационарною, нелінійною і багатоекстремальною задачею оптимізації параметрів процесу лазерної локальної теплової дії на багатошаровий мікробіологічний матеріал з урахуванням обмежень на результуюче температурне поле біоматеріалу. Здійснена формалізація і систематизація прикладних задач оптимізації, які є частковими випадками основної оптимізаційної задачі. Досліжені характерні особливості їх математичних моделей, що дозволило обґрунтовано здійснити вибір методів їх чисельної та програмно-апаратної реалізації.

2. Вперше досліджена багатоточкова крайова задача для багатошарового мікробіологічного середовища з точки зору коректності задачі за малими збуреннями. Цей результат дозволяє гарантувати достовірність прикладних оптимізаційних математичних моделей, що описують процес дії променя лазера на багатошарові мікробіологічні матеріали.

3. Автором удосконалено пошуковий метод оптимізації основних параметрів дії лазерного променя в частині врахування специфіки параметрів сканованих лазерних джерел, що заснований на композиції послідовно вживаних чисельних методів, створюючих обчислювальну структуру.

Запропонована структурна схема базового алгоритму для реалізації обчислювальної структури. При цьому чисельна реалізація прикладних оптимізаційних задач вимагає зміни тільки композиції чисельних методів у відповідних обчислювальних структурах.

4. Автором здійснено подальший розвиток методів і засобів програмно-апаратної реалізації прикладних оптимізаційних математичних моделей пошуку раціональних значень технічних параметрів лазерного випромінювання для багатошарового мікробіологічного матеріалу. Запропоновані спосіб та два пристрой для реалізації математичних моделей, що дає можливість підвищити ефективність (за витратами часу і пам'яті) реалізації цих моделей та дозволяє за рахунок застосування функціонально-орієнтованих блоків підвищити точність розв'язання прикладних задач.

Вірогідність викладених в роботі досліджень базується на застосуванні методів математичного моделювання систем з розподіленими параметрами для формалізації задач оптимізації параметрів лазерної дії на біоматеріал; чисельних методів для розв'язання багатовимірних, нелінійних і нестационарних задач оптимізації; методів синтезу програмно-апаратних спеціалізованих моделюючих пристройв для підвищення ефективності (швидкості та точності) розв'язання задач моделювання і оптимізації систем з розподіленими параметрами. **Достовірність** одержаних результатів забезпечується коректною постановкою основної оптимізаційної задачі пошуку раціональних значень параметрів теплової дії лазерного променя на багатошаровий мікробіологічний матеріал складної просторової форми та ряду прикладних задач з обґрунтованими припущеннями й обмеженнями; підкріплюється практичним впровадженням з перевіркою працездатності моделей, методів, програмно-апаратних засобів; порівняльним аналізом з результатами інших авторів.

4. Оцінка змісту дисертації та автореферату. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків по розділам, загальних

висновків, списку використаних літературних джерел, та додатків про впровадження основних результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі здійснено огляд наукових досліджень з математичного моделювання та оптимізації багатошарових систем, на які діють локальні джерела відповідних фізичних полів. Формулюється змістовна постановка основної оптимізаційної задачі, в якій визначаються обмеження до значень шуканих параметрів лазера, що забезпечують життєздатність сегментів матеріалу з метою підвищення якості біотехнологічного процесу сегментації мікробіоматеріала.

Другий розділ присвячено питанням забезпечення коректності багаточкових крайових задач для багатошарових мікробіологічних систем, на які діє джерело теплової енергії. Необхідність цього дослідження обумовлена метою забезпечення достовірності оптимізаційних математичних моделей.

У третьому розділі запропонована формалізація основної оптимізаційної задачі пошуку раціональних параметрів лазерної дії на багатошарові мікробіологічні системи. Здійснюється всебічний аналіз особливостей математичної моделі основної оптимізаційної задачі та одинадцяти прикладних задач. Результати аналізу особливостей математичних моделей дали змогу автору роботи перейти до вибору методів пошуку раціональних параметрів чисельної реалізації відповідних математичних моделей.

Четвертий розділ присвячено обґрунтуванню чисельного методу пошуку раціональних параметрів променя лазера, що діє на багатошарові мікробіологічні матеріали. Удосконалено пошуковий метод оптимізації основних параметрів дії лазерного променя в частині врахування специфіки параметрів сканованих лазерних джерел прикладних задач, що наведені у третьому розділі, який базується на композиції чисельних методів, створюючи обчислювальну структуру. Наведено структурну схему базового алгоритма для реалізації чисельного методу та здійснюється його чисельна апробація.

У п'ятому розділі здійснено узагальнення запропонованих апаратних реалізацій математичних моделей (на базі трьох патентів на корисні моделі).

Це дало змогу запропонувати та обґрунтувати основну структуру та склад блоків апаратної реалізації математичних моделей. У розділі запропонована порівняльна оцінка часових витрат програмних засобів ПЕОМ та апаратних засобів реалізації відповідних математичних моделей.

За структурою та оформленням дисертація та автoreферат відповідають установленим вимогам. Автoreферат повністю висвітлює основні положення та результати дисертації.

5. Практична цінність результатів роботи. Одержані результати можуть бути застосовані для підвищення якості ділення штучної і натуральної шкіри; ділення ранніх елітних ембріонів з метою подальшої трансплантації частин ембріонів; використання в практиці мікрохірургії, офтальмології, косметології і інших галузях.

Впровадження математичних моделей, чисельних методів, алгоритмів та програмно-апаратних спеціалізованих моделюючих пристройів здійснено в Департаменті фінансово-кредитної політики та бухгалтерського обліку Міністерства аграрної політики і продовольства України (довідка впровадження від 21.12.2012 р.); на Племінному заводі «Червоний велетень» (довідка впровадження від 12.04.2013 р.); Лівобережному Лісостеповому Науково-Інноваційному Центрі НААН (довідка впровадження від 12.03.2014 р.); Науково-дослідному технологічному інституті Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка (акт впровадження від 10.04.2014 р.); Інституті проблем кріобіології і кріомедицини НАН України (акт впровадження від 4.06.2015 р.).

6. Повнота викладення основних результатів дисертації. Левкін Д.А. опублікував 18 робіт, у тому числі: 6 статей в спеціалізованих виданнях України за технічними науками, 2 статті у наукових журналах інших видань України, 3 патенти України на корисні моделі, 3 статті в закордонних виданнях, 4 публікації – матеріали і тези міжнародних наукових та науково-практичних конференцій. Публікації розкривають основний зміст дисертації та відповідають основним положенням і висновкам.

7. Зауваження до змісту дисертації та автореферату.

1. У дисертаційній роботі наводяться приклади оптимізації параметрів дії лазера на біоматеріал класичної просторової форми, а саме – кулеподібна форма, що притаманна ембріону людини або тварини. Разом з тим відсутні рекомендації по сегментації біоматеріала більш складної просторової форми. Мабуть, у цьому випадку доцільно доповнити програмне забезпечення FRM – методом (методом R – функцій В.Л. Рвачова для розрахунку фізичних полів в областях складної просторової форми).

2. У роботі попередньо припускається, що маємо план розкрою біоматеріала. Однак, ця проблема самостійна та дуже складна. Тому, для того, щоб ця лазерна технологія була ефективною – доцільно попередньо застосувати методи оптимального геометричного проектування (наприклад, результати наукової школи Ю.Г. Стояна, ІПМаш НАН України).

3. Замало уваги в роботі приділено питанню обґрунтування обчислюальної структури. Мається на увазі критеріїв вибору того чи іншого чисельного методу при реалізації основних етапів обчислюальної структури.

4. У роботі відсутні характеристики програмного забезпечення для чисельних методів. Наводиться (підрозділ 5.5 дисертаційної роботи) лише порівнянні оцінки часових витрат між обчислюальними методами та апаратними.

5. Немає оцінок кількості локальних екстремумів та їх залежності від чисельного методу розв'язку відповідної крайової задачі.

6. В дисертації некоректно сформульована змістовна постановка задачі (стор. 23).

7. На думку опонента автореферат значно виграв, якщо б в ньому було наведено:

- змістовну постановку задачі;
- крайову задачу, що описує температурне поле в мікроматеріалі при впливі на нього лазерного променя;

- інформація про метод направленого перебору локальних екстремумів функції мети.

8. В авторефераті перший пункт висновків не співпадає з новизною отриманих результатів; не коректно сформульовано п'ятий пункт висновків; на думку опонента, третій і четвертий пункти задач дослідження передають одинаковий зміст.

8. Висновки по дисертаційній роботі. Зазначені недоліки не впливають на загальний рівень роботи. Вважаю, що дисертаційна робота «Математичне моделювання та оптимізація параметрів дії лазерного променя на багатошарові біосистеми» є завершеною актуальною науковою працею, в якій одержані нові науково обґрунтовані результати, що представляють вагомий внесок в методи математичного моделювання складних біологічних систем і які можуть бути поширені на інші фізико-технічні системи з дискретними джерелами відповідних полів.

На підставі вищезазначеного вважаю, що кандидатська дисертаційна робота Левкіна Дмитра Артуровича «Математичне моделювання та оптимізація параметрів дії лазерного променя на багатошарові біосистеми» відповідає паспорту спеціальності та всім вимогам до кандидатських дисертацій згідно з «Порядком присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567, а її автор, Левкін Дмитро Артурович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент,

професор кафедри фізико-математичних дисциплін

Національного університету цивільного захисту України

д. т. н., проф.

 В.М. Комяк


 Підпись Д.Г.и. професора Косенка К.М. захисту
 Г. с-р., к.т.н., е.и.е. 