

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Ляшенко Артема Володимировича на тему «Система автоматизованої синдромальної діагностики за відеолапароскопічними зображеннями», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

### **Актуальність теми дисертації.**

На сьогоднішній день широкого розвитку набуває мало травматичний метод хірургічного втручання – лапароскопічна хірургія як успішна альтернатива відкритим хірургічним операціям. При цьому основною технічною умовою лапароскопічної хірургії є отримання збільшеного якісного зображення операційного поля в on-line режимі.

Удосконалення технічного забезпечення лапароскопічної хірургії відбувається в напрямку мініатюризації лапароскопів, удосконалення оптичних систем та розвитку інформаційних технологій підвищення якості візуалізації та аналізу лапароскопічних зображень з метою визначення типових синдромальних патологічних змін, спочатку в полі зору хірурга, а потім на фіксованому зображенні. Таким чином, важливою проблемою є коректний вибір інформативних діагностичних критеріїв ідентифікації типових змін візуалізованої поверхні тканин, які є характеристиками лапароскопічних зображень.

Тому тема дисертаційного дослідження Ляшенко А. В., яке спрямовано на підвищення якості візуалізації та ефективності діагностики при лапароскопічному дослідженні органів черевної порожнини і малої миски у жінок шляхом побудови моделей, методів і систем підтримки прийняття рішень при проведенні лапароскопічних хірургічних втручань є актуальною та відповідає потребам сьогодення. Актуальність теми дисертації підтверджується також і тим, що вона виконувалась у рамках науково-дослідних робіт Одеського національного медичного університету.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Отримані в дисертаційній роботі наступні результати мають, безумовно, наукову новизну:

1. Математична модель виявлення патологічних синдромів при лапароскопічній діагностиці, яка представлена логічною послідовністю етапів: визначення на відеопослідовності потенційних об'єктів захворювання; розпізнавання та ідентифікації патологічних об'єктів; класифікації їх приналежності до відповідного класу; оброблення та формування діагнозу із застосуванням критеріїв яскравості, кольору, текстури, контуру.

2. Метод калібрування лапароскопічного обладнання шляхом введення процедури препроцесингу та урахування його оптичних характеристик, що дозволило знизити вплив шуму на якість зображення, підвищити його контраст і насиченість елементів та забезпечити, тим самим, підвищення якості візуалізації та ефективності обробки зображень.

3. Удосконалена структура процесу аналізу лапароскопічних зображень шляхом введення процедури моніторингу появи синдромальної ділянки на

кадровій відеопослідовності в полі зору об'єктиву лапароскопічної камери, що забезпечує виявлення і детекцію патологічних змін в режимі реального часу.

4. Отримав подальшого розвитку метод автоматизованої діагностики захворювань за результатами аналізу лапароскопічних відеозображень шляхом введення етапу ідентифікації комплексу дескрипторів, характерних для певних патологічних синдромів і розроблення діагностичного алгоритму, які забезпечують підвищення ефективності роботи системи автоматизованої синдромальної діагностики шляхом сегментації зображень за кольором і текстурою.

**Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується аргументованою постановкою мети й задач дослідження, повнотою формулювання умов, в яких вони розв'язуються та необхідними припущеннями і обмеженнями щодо застосування результатів, використанням сучасного математичного апарату та програмного забезпечення. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасних методів комп'ютерного зору, цифрової обробки зображень, математичної статистики та теорії прийняття рішень.

Достовірність отриманих результатів підтверджується їх узгодженням із теоретичними висновками, експериментами та чисельними розрахунками, а також впровадженням розроблених моделей і методів у систему автоматизованої синдромальної діагностики захворювань органів черевної порожнини і малої миски у жінок.

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.** Цінність наукових результатів роботи полягає в тому, що в ній розроблено та досліджено моделі, методи і система підтримки прийняття рішень при проведенні лапароскопічних хірургічних втручань, що дозволило підвищити якість візуалізації та ефективності синдромальної діагностики на основі аналізу відеолапароскопічних зображень.

Практична корисність роботи обумовлена тим, що здобувачем розроблено програмне забезпечення системи автоматизованої синдромальної діагностики захворювань органів черевної порожнини і малої миски.

Результати роботи впроваджені у практичну діяльність Одеського обласного центру телемедицини на базі Одеської обласної клінічної лікарні та у навчальний процес кафедри біомедичної інженерії Вінницького національного технічного університету.

**Повнота викладення в публікаціях та апробація роботи.** Основні наукові положення, висновки і рекомендації, які сформульовані в дисертаційній роботі, достатньо повно відображені в публікаціях здобувача і пройшли апробацію на науково-технічних конференціях різних рівнів.

За темою дисертації опубліковано 15 наукових праць, в тому числі 4 статті у наукових фахових виданнях України, 1 стаття – в закордонному виданні, 1 стаття у виданні, яке індексується наукометричною базою даних Scopus, 1 стаття у виданні, яке індексується наукометричною базою даних Web of Science, та 8 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

**Структура дисертації** цілком відповідає логіці й послідовності рішення поставлених задач. Дисертація складається зі вступу, 5-х розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зазначено зв'язок з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету та задачу, об'єкт та предмет дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про апробацію роботи, впровадження результатів та публікації.

**У першому розділі**, на підставі порівняльного аналізу існуючих методів ендоскопії черевної порожнини і малої миски у жінок при проведенні лапароскопічного діагностичного дослідження або хірургічного втручання, обґрунтовано необхідність розробки методів обробки відеозображень в on-line режимі, методів обробки цифрових кольорових зображень з метою ідентифікації патологічно змінених ділянок тканин та формування комплексу ознак для вирішення поставлених завдань розробки автоматизованої діагностичної системи.

**Другий розділ** присвячено розробці методів сегментації кольорового зображення, аналізу виділених сегментів з метою виділення сукупності інформативних ознак для класифікації лапароскопічних зображень на наявність/відсутність патологічних синдромів. Виконана формалізація етапів обробки лапароскопічних зображень шляхом розробки відповідної математичної моделі. Розроблено алгоритм виявлення типів ознак за груповими критеріями.

**У третьому розділі** розглянуто питання врахування особливостей та адаптації відомих методів обробки цифрових зображень для обробки лапароскопічних зображень та їх алгоритмічної реалізації.

Обґрунтовано перехід від кольорової RGB шкали до більш адекватної поставленій задачі шкали HSV, яка забезпечує можливості пошуку об'єктів за критеріями яскравості і насиченості в умовах переважання червоного кольору при достатньо значній кількості артефактів освітлення. Розроблено алгоритм виявлення та локалізації об'єктів.

**Четвертий розділ** присвячений розробці структурно-функціональної схеми системи автоматизованої синдромальної діагностики за лапароскопічними зображеннями та її складових.

**В п'ятому розділі** представлені результати апробації та експериментальних досліджень ефективності розробленої системи автоматизованої синдромальної діагностики.

**Автореферат дисертації** ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні наукові положення, практичну значимість і висновки. Дисертаційна робота та автореферат оформлені у відповідності з встановленими вимогами.

**Недоліки та зауваження щодо змісту дисертації та автореферату:**

1. В розділі 1 «Аналіз методів, засобів і систем...» варто було приділити більше уваги математичному формулюванню методів та моделей, які

аналізуються.

2. Класифікація методів ідентифікації об'єктів в пп. 1.4 є фрагментарною і неповною, так розглянуто метод k-найближчих сусідів, але ідеологічно схожі методи порівняння з прототипом, на основі потенційних функцій відсутні. Аналогічним чином розглянута бінарна діаграма рішень, але відсутні баєсівські мережі, нечітка логіка, нейро-нечіткі мережі та ін.

3. В роботі формалізовано об'єкт  $P_{i,j,k}$  – патологічна ділянка на кадрі та його координати  $P_{i,j,k}(x,y)$  (вираз (3) автореферату та відповідний йому вираз (2.4) дисертації), але не вказано, як визначаються координати багатопіксельного об'єкта.

4. Вирішальна функція детекції ознак  $\alpha(P)$  (вираз (14) автореферату та відповідний йому вираз (2.15) дисертації) ставить мітку 1 – належність  $j$ -му класу при попаданні значення числової ознаки в відповідний діапазон, що призводить до помилок класифікації в випадку попадання значень в окіл границь інтервалів. Більш коректним є застосування нечіткої логіки з трапецевидною функцією належності.

5. Деякі визначення Розділу 2, а саме: формалізація об'єкту  $P_{i,j,k}$ , область кадру відеопослідовності  $P_{обл}^i(x,y)$ , функція детекції ознак  $\alpha(P)$  дублюються в Розділі 3.

6. В роботі зазначено, що для виділення об'єктів за кольоровими, контурними та текстурними характеристиками виконується перехід в кольорову модель HSV, але на рис.2 автореферату та відповідно йому рис. 3.3 дисертації діапазон значень задано в моделі RGB.

7. Пункт 3.3 дисертації «Розроблення модифікованого алгоритму локалізації дескриптора за текстурними ознаками...» не відображено в авторефераті.

8. В структурно-функціональній схемі (рис. 4. автореферату та відповідно йому рис. 4.4 дисертації) варто було окремо виділити режими навчання та класифікації.

9. На рис. 6 автореферату та відповідно йому рис. 4.19 наведено методи класифікації, які застосовані в системі – метод опорних векторів, каскадний метод, алгоритм бустинга «adaboost», але їх математичний опис відсутній в попередніх розділах.

10. Оформлення дисертаційної роботи та автореферату виконано акуратно, послідовно, логічно, але у тексті дисертації та автореферату зустрічаються незначні технічні помилки, зокрема:

- синтаксичні помилки, неузгодженість відмінків, русизми та ін.;
- технічні помилки – відсутні виходи з деяких блоків, некоректні позначення на лініях з'єднання на рисунках схем алгоритмів (рис. 1, 3 автореферату та рис. 2.4, 3.2, 3.6, 3.8 дисертації).

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

### Висновки, щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.

Дисертація є завершеною науковою роботою, в якій отримано нові науково-обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати в галузі комп'ютерних систем медичної діагностики, що в сукупності вирішують актуальну науково-технічну задачу підвищення ефективності синдромальної діагностики на основі аналізу відеолапароскопічних зображень шляхом розробки моделей, методів і системи підтримки прийняття рішень при проведенні лапароскопічних хірургічних втручань.

Тематика та зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності і профілю спеціалізованої вченої ради.

Вважаю, що представлена дисертаційна робота «Система автоматизованої синдромальної діагностики за відеолапароскопічними зображеннями» за актуальністю вибраної теми, обсягом та рівнем виконаних теоретичних і експериментальних досліджень, достовірністю та обґрунтованістю висновків, новизною досліджень, значенням для науки і практики відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 №567, щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Ляшенко Артем Володимирович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

Офіційний опонент,  
професор кафедри обчислювальної  
техніки та програмування Національного  
технічного університету «Харківський  
політехнічний інститут»,  
доктор технічних наук, професор



А. І. Поворознюк

