

## **ВІДГУК**

**офіційного опонента на дисертаційну роботу  
«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**

### **1. Актуальність теми дисертаційної роботи**

Лапароскопічна хірургія (ЛХ) широко використовується в медицині, як малотравматичний метод оперативних втручань і є складним технологічним процесом, під час якого лікар-хірург виконує маніпуляції використовуючи зображення з камери лапароскопа. Відсоток діагностичної помилки при виконанні лапароскопічної операції досягає в середньому 15%.

Проблема достовірності відеолапароскопічного зображення для встановлення коректного діагнозу потребує розробки технологій, направлених на стандартизацію лапароскопічного обладнання та удосконалення діагностичних методів якісного лікування захворювання.

У вітчизняних та закордонних літературних джерелах наведено результати аналізу медичних зображень за згорткових нейронних мереж, метода найближчих сусідів, дерева прийняття рішення, Байєсовського методу, методу найменших квадратів, методу головних компонент, алгоритмів Sift та Surf тощо. Але представлені методи та алгоритми використовувались, як правило, для оброблення статичних бінарних зображень або електрокардіограм та рентгенологічних знімків. Тому, їх використання для аналізу лапароскопічних зображень недостатньо обґрунтовано, оскільки в них відсутня цілісна система локалізації, класифікації, контролю, моніторингу та нормалізації критеріїв відносно вибірки локалізованих об'єктів на зображенні. Відсутні також науково-обґрунтовані підходи до аналізу зображень в режимі реального часу, не

розроблені засади підтримки прийняття рішення при неперервній детекції зображення операційного поля для лікаря-хірурга в момент виконання хірургічного втручання.

Це зумовлює необхідність проведення експериментальних і теоретичних досліджень щодо отримання стандартизованих матеріалів для формування еталонної вибірки зображень з подальшим створенням головних характерних критеріїв для ідентифікації ознак патологічного захворювання, розроблення моделей ідентифікації патологічного захворювання за характерними особливостями кольору, контуру, текстури та їх класифікації

Тому, дисертаційна робота Ляшенко А. В., яку присвячено створенню автоматизованої системи для діагностики органів черевної порожнини та малої миски у жінок за відеолапароскопічними зображеннями є актуальною науково-технічною задачею.

## **2. Зв'язок роботи із науковими програмами, темами**

Робота виконувалась відповідно до планів науково-дослідних робіт Одеського національного медичного університету в рамках держбюджетної НДР «Аналіз, розробка і впровадження комплексних інформаційних систем в закладах системи охорони здоров'я» (№ державної реєстрації 0109U004109 термін виконання 01.2009-12.2012; 0112 U008306, термін виконання 01.2014-12.2018), в яких здобувач прийняв участь як співвиконавець.

## **3. Структура дисертації та зміст її розділів**

Дисертаційна робота Ляшенко А. В. «Система автоматизованої синдромальної діагностики за відеолапароскопічними зображеннями» складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел літератури із 257 найменувань і 8 додатків. Робота містить 45 рисунків, 26 таблиць. Загальний обсяг роботи становить 244 сторінки друкованого текст, у тому числі основна частина викладена на 140 сторінках.

**У вступі** відображену актуальність теми дисертації, обґрунтовано мету та задачі дослідження. Визначено наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення. Наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію роботи та публікації.

**У першому розділі** дисертації проаналізовано сучасні підходи до аналізу та розпізнавання зображень у різних сферах медицини, проведено оцінювання об'єкту і предмету дослідження, рівня вивченості наукової проблеми, за якими сформульовані мета і завдання дослідження.

Виконано узагальнення результатів наукових і практичних досліджень, присвячених автоматизованим системам і технологіям для: розпізнавання та комп'ютерного аналізу отриманих з різних джерел біомедичних зображень; використання несертифікованого і некаліброваного ендоскопічного обладнання; підвищення ефективності функціонування системи та методів лапароскопічного втручання; удосконалення методів автоматизованої маніпуляції під час хірургічного виконання операції.

**У другому розділі** проаналізовано методи та засоби сегментації кольорового зображення та виявлення сукупності ознак за розподілом лапароскопічних зображень на класи, побудови відповідної класифікації і математичної моделі виявлення синдромів. При проведенні дослідження враховано пріоритетність взаємних впливів окремих факторів, а також припущення про їх локальні зміни за час проведення відеоспостереження за об'єктом у режимі реального часу.

Обґрунтовано, що для підвищення ефективності розпізнавання патології необхідно попереднє проведення процедури препроцесингу та калібровки зображення, визначення фонових факторів, таких як інструмент хірурга в кадрі, фонове зображення об'єкта, відблиски та засвічування, декілька об'єктів патологічного захворювання в одному кадрі і детекції об'єкта в режимі реального часу.

Для отримання необхідних формалізованих значень у режимі реального

часу розроблено модель виявлення патологічних синдромів.

**У третьому розділі** викладено результати дослідження взаємозв'язку між патологічним захворюванням тканин органу та візуальним фактором характерних властивостей захворювання. Складність процесів діагностики, що зумовлена деструкцією тканин при захворюванні не дозволяє провести просту інтерпретацію захворювання як співвідношення візуалізації та інформативного значення. До того ж, потрібно враховувати фізіологічні особливості кожної людини та стадії перебігу захворювання при розробленні відповідних алгоритмів.

Розроблено моделі ідентифікації характерних ознак за кольором, текстурою та контуром, що дозволяє одночасно аналізувати об'єкти незалежно від їх форми, кольору, контуру або розташування і встановленої відповідності геометричної характеристики моделей зоровому сприйняттю. Водночас, відмова від використання для аналізу середовища віртуального моделювання органу та його положення виключає притаманні для патології різні форми викривлення об'єктів зображень.

**У четвертому розділі** здобувач використовує розроблений в попередньому розділі методи та алгоритми для визначення патологічних осередків захворювання. Запропоновано розглянути такі фактори композиційного аналізу, як візуальна відповідність до еталону, візуальна складність форми та візуальна відповідність у просторі. Дисертант спочатку проводить калібровку та стандартизує засоби автоматизованої діагностики, оцінює фактори та характеристики відповідності відеозображення з лапароскопічної камери та тільки тоді починається робота модулю підтримки прийняття рішення.

Запропоновані в даному розділі напрямки дослідження можна вважати перспективними, а розроблені дисертантом поняття є подальшим розвитком професійної мови інформаційного аналізу діагностичних випадків при оперативному втручанні. Кількісне обчислення кожної характеристики та

отримання в подальшому їх оптимальних співвідношень дасть розуміння гармонійного формування інформаційного середовища життєдіяльності людини.

**У п'ятому розділі** наведено результати розроблення автоматизованої системи синдромальної діагностики за відеолапароскопічними зображеннями. Проведено апробацію та експерименти для оцінювання ефективності розробленої системи, методів і моделей.

**У висновках** сформульовані основні результати дисертаційної роботи.

**У додатках** представлено акти впровадження системи, що підтверджує її актуальність та важливість для хірургії в Україні.

#### **4. Наукова новизна отриманих результатів**

1. Уперше розроблено математичну модель виявлення патологічних синдромів при лапароскопічній діагностиці, особливість якої полягає у використанні у формалізації логічної послідовності 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, що дозволило ідентифікувати на основі достовірних структур класів, окремі—патологічні синдроми.

2. Подальшого розвитку отримав метод калібрування лапароскопічного обладнання для виявлення патологічних змін на ЛЗ, який відрізняється від відомого введення процедури препроцесингу та урахування його оптичних характеристик, що дозволило підвищити якість сегментації відеозображень.

3. Удосконалено структуру 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 у режимі реального

часу.

4. Подальшого розвитку отримав 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.

### **5. Практична цінність роботи**

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що на основі отриманих теоретичних положень розроблено комплекс програмних і апаратних засобів, а також систему автоматизованої синдромальної діагностики захворювань органів черевної порожнини і малої миски, яка дозволяє проводити системний аналіз і діагностику стану досліджуваних органів, створювати бази даних, виявляти синдромальну патологію на ранніх стадіях захворювання.

Отримані в дисертаційній роботі результати в подальшому можуть бути використані в лапароскопічній та абдомінальній хірургії для проведення відповідних операцій.

Система автоматизованої діагностики і технологія використовується в роботі відділення малоінвазивних методів діагностики клінічної установи «Одеська обласна клінічна лікарня», а також в роботі регіональної системи телемедичних консультацій хірургічних захворювань (акт впровадження від 17.12.2018), де вдалося забезпечити найвищу чутливість (88,99%) і специфічність (88,6%) при діагностиці захворювань печінки. Результати роботи також використовується в навчальному процесі кафедри біомедичної інженерії Вінницького національного технічного університету (акт впровадження від 20.06.2019), що забезпечило підвищення якості надання освітніх послуг

## **6. Відповідність дисертаційної роботи обраній спеціальності**

Робота відповідає паспорту спеціальності спеціальністю 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи, оскільки в ній розроблено методи та засоби підвищення достовірності діагностики при лапароскопічному дослідженні органів черевної порожнини і малої миски у жінок, а також автоматизовану синдромальної діагностики за характеристиками відеолапароскопічних зображень.

## **7. Ступінь обґрунтованості наукових положень і достовірність результатів отриманих у дисертації**

Достовірність наукових результатів і висновків підтверджується строгим математичним доведенням теоретичних положень, коректним використанням математичного апарату.

Результати експериментальних досліджень підтверджують підвищення достовірності діагностуванні при лапароскопічному дослідженні органів черевної порожнини та малої миски у жінок.

Коректність прийнятих допущень, достовірність запропонованих моделей і методів підтверджується результатами комп'ютерного моделювання, а також результатами практичного використання в конкретних розробках.

Висновки дисертації закономірно витікають з основних наукових положень, що захищаються автором, сформульовані коротко, мають безперечне наукове і практичне значення.

## **8. Апробація та повнота викладу результатів роботи в опублікованих працях**

Результати дисертаційної роботи апробовано на 7 наукових

конференціях медичного спрямування.

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових робіт, в тому числі 4 статті у наукових виданнях, що входять до переліку наукових фахових видань з технічних наук, 1 стаття – в закордонному виданні, 1 стаття у виданні, яке індексується наукометричною базою Scopus, 1 стаття у виданні, яке індексується наукометричною базою даних Web of Science, 8 матеріалів тез і доповідей на міжнародних науково-технічних, науково-практичних конференціях.

### **9. Відповідність автореферату дисертації**

Автореферат адекватно відображає основний зміст дисертації та її наукові та практичні результати.

### **10. Мова та стиль дисертації і автореферату**

Дисертація і автореферат написані українською мовою на високому науково-професійному рівні у загальноприйнятому для наукових видань стилі. Викладення результатів досліджень, висновків та рекомендацій є чітким і доступним для сприйняття підготовленим фахівцем.

### **11. Зауваження щодо дисертації:**

*Зауваження редакційного характеру.*

1. Дещо перевищено рекомендований обсяг першого розділу – не більше 20 % обсягу основної частини дисертації.
2. Часто термін «проблема» ототожнюється з поняттям «задача». Не завжди важка задача є проблемою.
3. Дисертант часто використовує терміни «область зображення», «регіон» зображення. Для формування та перетворення зображень загальноприйнятим є термін «ділянка зображень»
4. Мають місце деякі відхилення від вимог формулювання наукової



новизни.

5. В тексті дисертації та автореферату мають місце поодинокі орфографічні та стилістичні помилки.

*Зауваження по суті роботи.*

1. Деякі прийняті в дисертаційній роботі рішення мають евристичний характер, що базуються на використанні досвіду та інтуїції дисертанта. При цьому достовірність прийнятих рішень підтверджується виключно результатами експериментальних досліджень. Доцільно було б навести теоретичне обґрунтування прийнятих рішень.

2. Назва першого розділу – «Аналіз методів, засобів і систем автоматизованої синдромальної діагностики за лапароскопічними зображеннями». Однак аналізу засобів не приділено достатньої уваги. Як правило, наводиться текстовий опис деяких засобів.

3. У першому розділі дисертації бажано було б навести загальну статистику рівня захворюваності органів черевної порожнини і малої миски у жінок та відсоток показника хибного встановлення діагнозу .

4. В розділі 3 при розробленні алгоритмів не розглянуто питання можливої зміни діапазону критеріїв розпізнавання для об'єктів патології, які знаходяться поза рамками ідентифікації.

5. В розділі 3 дисертації при проведенні експериментальних досліджень різних патологічних форм захворювань з використанням еталонної бази зображень. Не достатньо обґрунтовано вибір тільки 7 класів дифузних змін стану тканин органів.

6. Не розглянуто питання пріоритетності використання класів.

7. Не достатньо уваги приділено впливу характеристик лапароскопічних засобів на формування та обробку зображень, зокрема, вплив колористичних характеристик на формування кольору кінцевої сцени.

8. Здобувачем удосконалено алгоритм визначення дескрипторів за текстурою, але математичні вирази, що пояснюють його функціонування не

наведено.

9. Недостатньо обґрунтовано вибір класифікатору за методом опорних векторів і каскадним методом, оскільки найбільш достовірний та ефективний класифікатор побудований сьогодні саме на згорткових нейронних мережах.

10. У процесі розроблення модуля підтримки прийняття рішення використано, на мій погляд, обмежену кількість даних, що призвело до відсутності через них лабораторних та деякої частини інструментальних даних, які могли б сприяти підвищенню ефективності постановки діагнозу.

11. Доцільно було б розглянуто питання формування з використанням лапароскопічних засобів тривимірних зображень органів, що забезпечило ще більше підвищення достовірності діагностування.

12. В основній частині роботі бажано було б навести методіку застосування розробленої системи автоматизованої діагностики для лікарів-хірургів, оскільки прийняття рішення покладається на них.

Вказані недоліки не зменшують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи, яку виконано на високому рівні.

## **Висновки**

Тема дисертаційної роботи та одержані результати відповідають паспорту спеціальності 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи.

Автореферат дисертації і публікації автора з необхідною повнотою та об'єктивно відображає зміст виконаної роботи.

У підсумку, на основі проведеного аналізу, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Ляшенка Артема Володимировича є завершеною науково-дослідною роботою, в якій отримано нові, науково обґрунтовані результати, що вирішують підвищено ефективність автоматизованої

діагностики захворювання за результатами аналізу лапароскопічних відеозображень. Теоретичні результати роботи отримали достатнє відображення у публікаціях і підтверджені впровадженням практичних результатів на підприємствах та установах.

На підставі вищенаведеного вважаю, що дисертаційна робота «Система автоматизованої синдромальної діагностики за відеолапароскопічними зображеннями» за критеріями наукової новизни та практичної значимості одержаних результатів, обсягу та оформленню відповідає вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», які висуваються до кандидатських дисертацій, та паспорту спеціальності 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи, а її автор, Ляшенко Артем Володимирович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри програмного  
забезпечення Вінницького національного  
технічного університету,  
доктор технічних наук, професор



О. Н. Романюк

Підпис *Романюк О. Н.*  
ПОСВІДЧУЮ  
спеціаліста