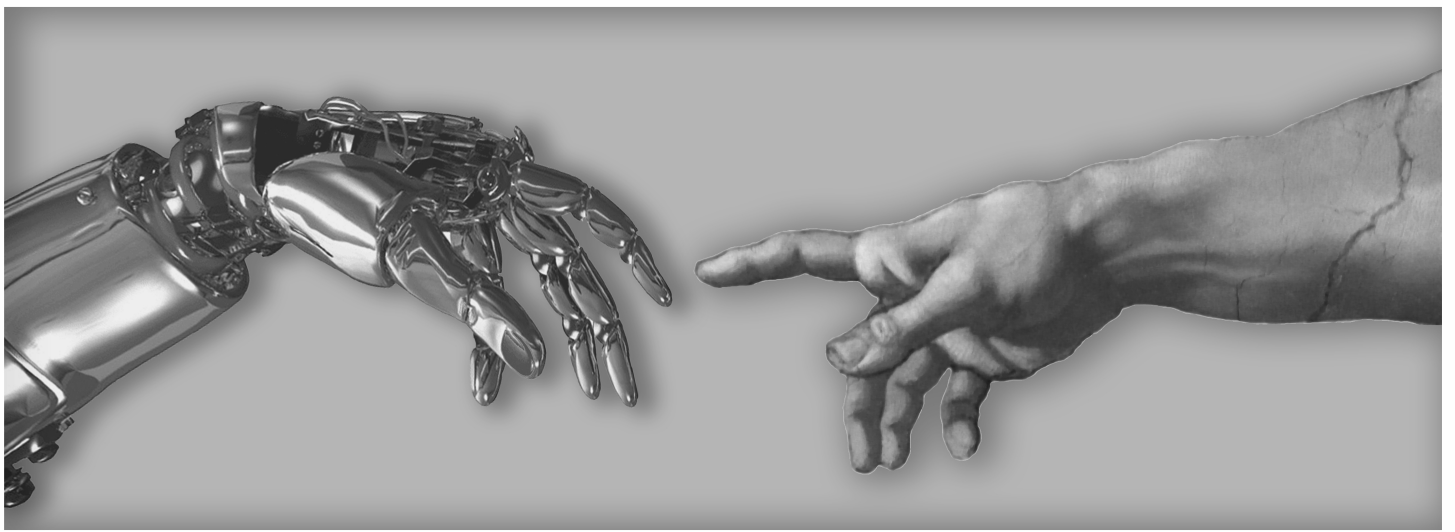


MODERN TECHNOLOGIES OF BIOMEDICAL ENGINEERING

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ



PROCEEDINGS OF THE 5th INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND TECHNICAL CONFERENCE
MAY 06-08, 2026

МАТЕРІАЛИ V МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
06-08 ТРАВНЯ 2026 РОКУ

Odesa, Ukraine / Одеса, Україна
2026

Ministry of Education
and Science of Ukraine
Odesa Polytechnic National University
Institute of Medical Engineering

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Одеська політехніка»
Навчально-науковий інститут
медичної інженерії

MODERN TECHNOLOGIES OF BIOMEDICAL ENGINEERING

PROCEEDINGS OF THE 5th INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE

MAY 06-08, 2026
Odesa, Ukraine

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

МАТЕРІАЛИ V МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

6-8 ТРАВНЯ 2026 РОКУ
м. Одеса, Україна

*Under the general editorship of
I. Prokopovich, N. Manicheva*

*Під загальною редакцією
І. Прокопович, Н. Манічева*

Odesa
«Ecologiya»
2026

Under auspice of the
Social Organization “All Ukrainian Society of Biomedical Engineers and Technologists”
За сприяння
Громадської організації «Всеукраїнська асоціація біомедичних інженерів і технологів»

CONFERENCE
ORGANIZING COMMITTEE:

Oborskyi H. (Ukraine) – Organizing Committee Chairman
Prokopovych I. (Ukraine) – Organizing Committee
Deputy Chairman
Titova N. (Ukraine) – Organizing Committee
Deputy Chairman
Manicheva N. (Ukraine) – Organizing Committee
Deputy Chairman

INTERNATIONAL
PROGRAM COMMITTEE:

<i>Avrunin O.</i> (Ukraine)	<i>Shlykov V.</i> (Ukraine)
<i>Azarkhov O.</i> (Ukraine)	<i>Storchun E.</i> (Ukraine)
<i>Diadiura K.</i> (Ukraine)	<i>Suchkov H.</i> (Ukraine)
<i>Filatova A.</i> (Ukraine)	<i>Sukhodub L.</i> (Ukraine)
<i>Galkin A.</i> (Ukraine)	<i>Sydorenko I.</i> (Ukraine)
<i>Khudetskyi I.</i> (Ukraine)	<i>Timchyk S.</i> (Ukraine)
<i>Kovalenko O.</i> (Ukraine)	<i>Vassilenko V.</i> (Portugal)
<i>Levashenko V.</i> (Slovakia)	<i>Vysotska O.</i> (Ukraine)
<i>Liashenko A.</i> (Ukraine)	<i>Wójcik W.</i> (Poland)
<i>Mamyrbayev O.</i> (Kazakhstan)	<i>Yavorska E.</i> (Ukraine)
<i>Maksymenko V.</i> (Ukraine)	<i>Yavorsky B.</i> (Ukraine)
<i>Pavlov S.</i> (Ukraine)	<i>Zaitseva E.</i> (Slovakia)

Recommended for publication by the Academic Council of Odesa
Polytechnic National University, Minutes No. 18 dated May 13, 2026

*The authors are responsible for the uniqueness of the text of the
materials and compliance with the requirements of academic integrity*

Free online access to printed materials at:

<https://drive.google.com/drive/u/3/folders/124-7xUMONfLFS2TB0ZiHBSSStLI5COal>

ОРГКОМІТЕТ
КОНФЕРЕНЦІЇ:

Оборський Г.О. (Україна) – голова оргкомітету
Прокопович І.В. (Україна) – заступник
голови оргкомітету
Тітова Н.В. (Україна) – заступник
голови оргкомітету
Манічева Н.В. (Україна) – заступник
голови оргкомітету

МІЖНАРОДНИЙ
ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ:

<i>Аврунін О.Г.</i> (Україна)	<i>Максименко В.Б.</i> (Україна)
<i>Азархов О.Ю.</i> (Україна)	<i>Павлов С.В.</i> (Україна)
<i>Вассіленко В.</i> (Португалія)	<i>Сідоренко І.І.</i> (Україна)
<i>Висоцька О.В.</i> (Україна)	<i>Сторчун Є.В.</i> (Україна)
<i>Вуйцік В.</i> (Польща)	<i>Суходуб Л.Ф.</i> (Україна)
<i>Галкін О.Ю.</i> (Україна)	<i>Сучков Г.М.</i> (Україна)
<i>Дядюра К.О.</i> (Україна)	<i>Тимчик С.В.</i> (Україна)
<i>Зайцева О.</i> (Словаччина)	<i>Філатова Г.Є.</i> (Україна)
<i>Коваленко О.С.</i> (Україна)	<i>Худецький І.Ю.</i> (Україна)
<i>Левашенко В.</i> (Словаччина)	<i>Шликов В.В.</i> (Україна)
<i>Ляшенко А.В.</i> (Україна)	<i>Яворська Є.Б.</i> (Україна)
<i>Мамірбаєв О.</i> (Казахстан)	<i>Яворський Б.І.</i> (Україна)

Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного університету «Одеська політехніка»,
протокол № 18 від 13 травня 2026 року

*Автори несуть відповідальність за унікальність тексту
матеріалів та відповідність вимогам академічної доброчесності*

Комп'ютерна версія опублікованих матеріалів за адресою:

M78 **Modern technologies of biomedical engineering : proceedings of the 5-th international scientific and technical conference (May 06–08, 2026, Odesa, Ukraine) = Сучасні технології біомедичної інженерії : матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції (6–8 травня 2026 р., м. Одеса, Україна) / Under the gen. ed. of I. Prokopovich, N. Manicheva ; Ministry of Education and Science of Ukraine ; Odesa Polytechnic National University ; Institute of Medical Engineering. — Odesa : Ecologiya, 2026. — 268 с.**

ISBN 978-617-8420-43-7

The collected volume of scientific reports presented at the international scientific and technical conference is a scientific and practical publication that contains scientific articles by students, graduate students, candidates and doctors of sciences, teachers, researchers, scientists and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries, and beyond. The topics of reports are very diverse and cover many topical problems of modern fundamental sciences related to biomedical engineering. Based on the relevance of the topics and the high level of the presented reports, the conference materials should be recommended to the relevant organizations of the countries for use and implementation of research results in the field of biomedical engineering and informatics.

UDC 615.47:616-89

Збірник наукових доповідей міжнародної науково-технічної конференції є науково-практичним виданням, яке містить наукові статті студентів, аспірантів, кандидатів та докторів наук, викладачів, науковців та практиків з різних країн та регіонів України. Тематика доповідей дуже різноманітна та охоплює багато актуальних проблем сучасних фундаментальних наук, пов'язаних з біомедичною інженерією. Виходячи з актуальності тематик і високий рівень представлених доповідей, матеріали конференції доцільно рекомендувати відповідним організаціям для використання та впровадження результатів досліджень в практичну та наукову діяльність.

ISBN 978-617-8420-43-7

© Odesa Polytechnic National University, Institute of Medical
Engineering, 2026

© Social Organization “All Ukrainian Society of Biomedical Engineers
and Technologists”, 2026

Дмитро ВЛАСЮК, студент

Харківський національний університет радіоелектроніки, м.Харків, Україна, e-mail: dmytro.vlasiuk1@nure.ua

КОМБІНОВАНИЙ ПІДХІД ДО ПОКРАЩЕННЯ ЕНДОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анотація. У роботі розглянуто комбіновану схему препроцесингу ендоскопічних зображень, що поєднує корекцію освітленості на основі моделі Retinex і локальне адаптивне підсилення контрасту методом CLAHE. Для об'єктивізації вибору параметрів обробки запропоновано інтегральний критерій якості, який враховує структурну подібність, контрастність та ентропію зображення. Така схема підвищує інформативність ендоскопічного кадру, забезпечує збереження структурних деталей, важливих для діагностики, та покращує придатність зображення до подальшого автоматизованого аналізу.

Ключові слова: ендоскопічна візуалізація, покращення зображень, біомедична інженерія, модель Retinex, CLAHE, якість зображення

Актуальність дослідження

Якість ендоскопічного зображення визначає не лише інформативність візуального контролю, а й точність подальшого CADx-аналізу. Для кадрів WLE характерні нерівномірне освітлення, низький локальний контраст, відблиски та задимленість під час електрохірургічних маніпуляцій [3, 6]. За таких умов окремі методи покращення не завжди дають стабільний результат, тому актуальним є використання комбінованих схем препроцесингу, адаптованих до специфіки ендоскопічних даних. У роботі комбіновану схему препроцесингу адаптовано до умов нерівномірного освітлення та задимленості, характерних для електрохірургічних втручань.

Мета дослідження: обґрунтувати та перевірити комбіновану схему препроцесингу ендоскопічних зображень на основі Retinex і CLAHE та оцінити її вплив на якість візуалізації й придатність кадрів до подальшого автоматизованого аналізу.

Основні матеріали досліджень

У роботі використано послідовну схему обробки, у якій спочатку виконується корекція освітленості на основі моделі Retinex, а потім локальне підсилення контрасту методом CLAHE. Така послідовність дає змогу зменшити вплив неоднорідного освітлення перед локальним контрастуванням і уникнути надмірного підсилення шуму в затемнених ділянках. Для ендоскопічних кадрів це важливо, оскільки дрібні судинні та текстурні ознаки мають діагностичне значення [3, 4, 6].

Згідно з моделлю Retinex, зображення $I(x, y)$ подається як добуток компоненти освітленості $L(x, y)$ та компоненти відбиття $R(x, y)$:

$$I(x, y) = L(x, y) \times R(x, y).$$

У межах такої моделі корекція освітленості дає змогу зменшити вплив умов отримання зображення та виділити компоненти, що містять основну інформацію про структуру тканин [4]. Після цього застосовується метод CLAHE, який забезпечує локальне підсилення контрасту без різкого перенасичення яскравісних переходів. Для ендоскопічних зображень це особливо важливо, оскільки навіть незначні текстурні зміни можуть мати діагностичне значення [3, 6].

Для об'єктивізації вибору параметрів препроцесингу, зокрема коефіцієнта підсилення в CLAHE, запропоновано інтегральний критерій якості:

$$Q = w_1 \times SSIM + w_2 \times C + w_3 \times H,$$

де $SSIM$ – показник структурної подібності;

C – контрастність;

H – ентропія зображення;

w_1, w_2, w_3 – вагові коефіцієнти.

У межах даної роботи вагові коефіцієнти задавалися емпірично з урахуванням пріоритету структурного збереження та інформативності зображення. Для гастроскопічних даних більша увага може надаватися ентропії як характеристиці насиченості кадру дрібними текстурними

деталлями. Такий критерій дає змогу оцінювати компроміс між збереженням структури зображення та підвищенням його візуальної інформативності [4, 6].

Суттєвою проблемою є наявність специфічних артефактів ендоскопічного зображення, зокрема відблисків, локальних пересвітлених ділянок та задимленості під час електрохірургічних маніпуляцій. У таких умовах поєднання нелінійної корекції яскравості з адаптивною фільтрацією дає змогу підвищити стійкість подальшого аналізу зображень [4, 6]. Запропоновану схему можна використовувати як етап препроцесингу для систем комп'ютерної підтримки діагностики, ефективність яких суттєво залежить від якості вхідного відеопотоку [3, 6].

Структурну схему запропонованого підходу наведено на рис. 1.



Рис. 1. Структурна схема комбінованого підходу до покращення ендоскопічних зображень

У табл. 1 наведено порівняльні показники якості зображення для різних варіантів обробки.

Таблиця 1

Порівняльні показники якості зображення до та після обробки

Метод обробки	<i>PSNR</i> , дБ	<i>SSIM</i>
Вихідний кадр (WLE)	22.4	0.72
Retinex	28.6	0.89
Retinex + CLAHE	33.1	0.95

Отримані результати показують, що комбінована обробка забезпечує вищі значення *PSNR* та *SSIM* порівняно з окремим використанням базових методів [4, 6]. Поєднання Retinex і CLAHE краще працює в умовах задимленості, коли звичайне контрастування часто підсилює артефакти замість корисних деталей. Практична цінність підходу полягає у використанні такої обробки для покращення візуального контролю під час втручань і попередньої підготовки даних у системах комп'ютерної діагностики.

Висновок

Комбінована схема препроцесингу на основі Retinex і CLAHE покращує якість ендоскопічних кадрів в умовах нерівномірного освітлення, низького локального контрасту та задимленості. Інтегральний критерій якості дає змогу об'єктивізувати вибір параметрів обробки та узгодити збереження структури зображення з підвищенням його візуальної інформативності. Запропонований підхід разом із критерієм оцінювання є перспективним для використання в системах комп'ютерної підтримки діагностики як етап попередньої обробки ендоскопічних даних.

Література

1. Власюк Д. А. Методи удосконалення ендоскопічної візуалізації // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 30-го Міжнар. молодіж. форуму, Харків, 14-16 квіт. 2026 р. Харків : ХНУРЕ, 2026. Т. 1.
2. Selivanova K. G., Avrunin O. G. et al. 3D visualization of human body internal structures surface during stereo-endoscopic operations // Przegląd Elektrotechniczny. 2021. Vol. 97, No. 9. P. 30-33. DOI: 10.15199/48.2021.09.06.

3. Martinez M., Bartel M. J. et al. The 2023 top 10 list of endoscopy topics in medical publishing // *Gastrointestinal Endoscopy*. 2024. Vol. 100, No. 3. P. 537-548. DOI: 10.1016/j.gie.2024.05.002.
4. Mou E. et al. Retinex theory-based nonlinear luminance enhancement and denoising for low-light endoscopic images // *BMC Medical Imaging*. 2024. Vol. 24, No. 1. DOI: 10.1186/s12880-024-01386-2.
5. Misochenko S., Selivanova K., Nosova Y., Avrunin O., Piatykov V., Tymkovych M. Application of Detectron2 Software Platform for Surgical Instrument Detection and Segmentation on Operational Space of Laparoscopic Intervention // *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2024. ICTM 2024* / ed. by O. Lytvynov, V. Pavlikov, D. Krytskyi. Cham : Springer, 2025. P. 141-152. (Lecture Notes in Networks and Systems ; Vol. 1473). DOI: 10.1007/978-3-031-94845-9_12.
6. Nie Z. et al. A Review of Application of Deep Learning in Endoscopic Image Processing // *Journal of Imaging*. 2024. Vol. 10, No. 11. Art. 275. DOI: 10.3390/jimaging10110275.