

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря СІКОРСЬКОГО»
Навчально-науковий фізико-технічний інститут
Кафедра математичного моделювання та аналізу даних**

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

_____ Наталія КУССУЛЬ

«___» _____ 2026 р.

**Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра**

зі спеціальності: 113 Прикладна математика
на тему: «**Колоризація зображень та відео з інтерактивною
взаємодією користувача та багатоваріантною генерацією результатів.
Аналіз та порівняння різних варіантів колоризації.**»

Виконав:

студент 4 курсу, групи ФІ-21
Климент'єв Максим Андрійович

Керівник:

асистент кафедри ММАД д-р філософії
Железняков Дмитро Валентинович

Рецензент:

посада, степінь, звання
Прізвище Ім'я По-батькові

Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.
Студент _____

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря СІКОРСЬКОГО»
Навчально-науковий фізико-технічний інститут
Кафедра математичного моделювання та аналізу даних**

Рівень вищої освіти — перший (бакалаврський)
Спеціальність — 113 Прикладна математика,
ОПП «Математичні методи моделювання, розпізнавання образів та
комп'ютерного зору»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри
_____ Наталія КУССУЛЬ
«___» _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу**

Студент: Климентьев Максим Андреевич

1. Тема роботи: «*Колоризація зображень та відео з інтерактивною
взаємодією користувача та багатоваріантною генерацією результатів.
Аналіз та порівняння різних варіантів колоризації.*»,

керівник: асистент кафедри ММАД д-р філософії Железняков Д. В.,
 затверджені наказом по університету №____ від «___» _____ 2026 р.

2. Термін подання студентом роботи: «___» _____ 2026 р.

3. Вхідні дані до роботи: ”сіре” зображення або відео, вимоги
користувача щодо колоризації у вигляді тексту, точок, ліній,
зображення-екземпляру.

4. Зміст роботи: огляд літератури на тему колоризації зображень та
відео, дослідження вже готових та програмна реалізація нового методів
колоризації зображень та відео, порівняння різних методів колоризації за
якістю та швидкодією.

5. Перелік ілюстративного матеріалу: Презентація доповіді.

6. Дата видачі завдання: 3 вересня 2025 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання	Примітка
1	Узгодження теми роботи із науковим керівником	01-15 вересня 2025 р.	Виконано
2	Огляд літератури, посилання на джерела	01 вересня - 21 жовтня 2025 р.	Виконано
3	Прогалини. Визначення мети дослідження	16 вересня - 21 жовтня 2025 р.	Виконано
4	Структурна схема	23 вересня - 12 листопада 2025 р.	Виконано
5	Джерела даних	30 вересня - 25 листопада 2025 р.	Виконується
6	Методи	11 жовтня - 25 листопада 2025 р.	Виконується
7	Результати експерименту	26 листопада - 31 січня 2025 р.	Не виконано
8	Висновки	02 січня - 15 березня 2025 р.	Не виконано
9	Посилання	31 січня - 06 квітня 2025 р.	Не виконано

Студент _____ Климентьев М. А.

Керівник _____ Железняков Д. В.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота містить: ??? стор., ??? рисунки, ??? таблиць, ??? джерел.

У рефераті роботи ви повинні коротко (два-три абзаци) викласти, що саме було зроблено у цій роботі. Перші три речення реферату (після статистичних даних) повинні окреслити мету роботи, об'єкт та предмет дослідження. Після цього викладаються основні результати, одержані в ході дослідження.

Наприкінці анотації великими літерами зазначаються ключові слова. Ось так:

КЛЮЧОВІ СЛОВА, СИМЕТРИЧНА КРИПТОГРАФІЯ, ФІЗТЕХ НАЙКРАЩІЙ

ABSTRACT

The English abstract must be the exact translation of the Ukrainian “annotation” (including statistical data and keywords).

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Теоретичні основи колоризації зображень та відео	9
1.1 Поняття та історія колоризації	9
1.2 Основні підходи до колоризації	9
1.3 Інтерактивна колоризація та багатоваріантні результати	9
1.4 Метрики якості колоризації	9
Висновки до розділу 1	9
2 Аналіз та порівняння існуючих методів колоризації	10
2.1 Алгоритмічні методи колоризації зображень	11
2.2 Методи колоризації на основі нейронних мереж	11
2.3 Особливості колоризації відео	11
2.4 Порівняння різних методів колоризації	11
Висновки до розділу 2	11
3 Розробка інтерактивної системи колоризації з багатоваріантною генерацією результатів	12
3.1 Формулювання задачі колоризації	12
3.2 Алгоритми багатоваріантної генерації результатів	12
3.3 Механізм взаємодії користувача з системою	12
3.4 Оцінка результатів та верифікація	12
Висновки до розділу 3	12
4 Експериментальні дослідження та оцінка результатів	13
4.1 Постановка експериментів та вибір метрик	13
4.2 Порівняння результатів різних методів колоризації	13
4.3 Аналіз багатоваріантної генерації та інтерактивності	13
4.4 Висновки щодо ефективності системи	13
Висновки до розділу 4	13
Висновки	14
Перелік посилань	15

ВСТУП

Актуальність дослідження. Колоризація зображень і відео має значний вплив на відновлення культурної спадщини, цифрову реставрацію архівних матеріалів, творчі експерименти та інтерактивні системи з багатоваріантною генерацією результатів. Попри значний розвиток алгоритмів колоризації, актуальною залишається проблема контролю користувача над результатом, не завжди достатня передбачуваність кольорових рішень та необхідність багатоваріантної генерації для вибору оптимального результату або надання натхнення. У зв'язку з цим дослідження методів автоматичної, багатоваріантної та інтерактивної колоризації, а також порівняння підходів за якістю, стабільністю й можливістю контролю, є важливим.

Мета дослідження. Розробка та аналіз методів автоматичної та інтерактивної колоризації зображень і відео з можливістю багатоваріантної генерації результатів та подальшим порівнянням різних алгоритмів за якісними та візуальними критеріями.

Задача дослідження.

- 1) провести огляд літератури з методів колоризації зображень і відео;
- 2) проаналізувати класичні та нейромережеві алгоритми колоризації, включаючи моделі на основі GAN, Diffusion, Transformer та CNN;
- 3) знайти та доповнити, за необхідності, датасет для навчання та тестування моделей колоризації;
- 4) розробити власний алгоритм колоризації використовуючи нейромережеву модель;
- 5) розробити програмну реалізацію системи автоматичної та інтерактивної колоризації з багатоваріантним генеруванням результатів;
- 6) провести порівняння реалізованих методів за об'єктивними метриками та за суб'єктивним візуальним аналізом.

Об'єктом дослідження є процеси автоматичної та інтерактивної колоризації цифрових зображень і відео з багатоваріантним генеруванням

результатів.

Предметом дослідження є моделі, алгоритми та методи колоризації та генерації різних варіантів результату, а також метрики для порівняння якості кольоризації.

При розв'язанні поставлених завдань використовувались такі *методи дослідження*: методи глибинного навчання (GAN, Diffusion, Transformer та CNN моделі), методи обробки зображень, метрики технічної точності та інструменти оцінки перцепційної якості.

Наукова новизна.

- 1) інтеграція автоматичної та інтерактивної колоризації в єдиній системі з підтримкою багатоваріантного генерування результатів;
- 2) свій власний алгоритм колоризації зображень і відео на основі нейромережової моделі;
- 3) порівняння саме цих різних алгоритмів колоризації для зображень і відео за об'єктивними та суб'єктивними критеріями;

Практичне значення. Створення програмної системи, яка дозволяє автоматично та інтерактивно колоризувати зображення й відео та отримувати кілька варіантів результату. Розроблене рішення може бути використане у сфері цифрової реставрації матеріалів, у художніх (творчих) та дизайнерських (практично-функціональних) застосуваннях, а також як інструмент для дослідників у галузі комп'ютерного зору та візуальної аналітики (Наприклад якщо вони мають вже готовий графік і хочуть до нього додати або змінити колір).

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КОЛОРИЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ВІДЕО

У цьому розділі розглядаються основні теоретичні аспекти колоризації зображень та відео, включно з історією розвитку методів, класичними алгоритмічними підходами та сучасними нейромережевими моделями. Особлива увага приділяється математичному опису процесу колоризації, а також методам оцінки якості отриманих результатів.

1.1 Поняття та історія колоризації

[1] [2] [2023-cold-diffusion-arxiv]

1.2 Основні підходи до колоризації

1.3 Інтерактивна колоризація та багатоваріантні результати

1.4 Метрики якості колоризації

Висновки до розділу 1

2 АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ КОЛОРИЗАЦІЇ



Рисунок 2.1 – Структурна Схема

Розділ присвячено аналізу сучасних алгоритмів колоризації, включаючи класичні та нейромережеві підходи. Тут проводиться порівняння методів за основними критеріями: точність відтворення кольорів, швидкість роботи, здатність до багатоваріантної генерації результатів та інтерактивність. На основі цього аналізу обґрунтovується вибір алгоритмів для подальшої розробки системи.

2.1 Алгоритмічні методи колоризації зображень

2.2 Методи колоризації на основі нейронних мереж

2.3 Особливості колоризації відео

2.4 Порівняння різних методів колоризації

Висновки до розділу 2

3 РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОЇ СИСТЕМИ КОЛОРИЗАЦІЇ З БАГАТОВАРІАНТНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ РЕЗУЛЬТАТІВ

У цьому розділі описується розробка інтерактивної системи колоризації, що дозволяє отримувати кілька альтернативних варіантів кольорового зображення та забезпечує можливість впливу користувача на результат. Показується математична постановка задачі, алгоритми багатоваріантної генерації та механізм інтерактивності, а також методи оцінки якості результатів.

3.1 Формулювання задачі колоризації

3.2 Алгоритми багатоваріантної генерації результатів

3.3 Механізм взаємодії користувача з системою

3.4 Оцінка результатів та верифікація

Висновки до розділу 3

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ

Розділ присвячено проведенню експериментальних досліджень розробленої системи та оцінці її ефективності. Описується вибір тестових даних, метрик оцінки якості, порівняння результатів різних методів колоризації та аналіз багатоваріантної генерації. На основі отриманих даних робляться висновки щодо практичної ефективності системи

4.1 Постановка експериментів та вибір метрик

4.2 Порівняння результатів різних методів колоризації

4.3 Аналіз багатоваріантної генерації та інтерактивності

4.4 Висновки щодо ефективності системи

Висновки до розділу 4

ВИСНОВКИ

Загальні висновки до роботи повинні підсумовувати усі ваші досягнення у даному напрямку досліджень.

За кожним пунктом завдань, поставлених у вступі, у висновках повинен міститись звіт про виконання: виконано, не виконано, виконано частково (І чому саме так). Наприклад, якщо першим поставленим завданням у вас іде «огляд літератури за тематикою дослідження», то на початку висновків ви повинні зазначити, що «у ході даної роботи був проведений аналіз опублікованих джерел за тематикою (...), який показав, що (...)». Окрім простої констатації про виконання ви повинні навести, які саме результати ви одержали та проінтерпретувати їх з точки зору поставленої задачі, мети та загальної проблематики.

В ідеалі загальні висновки повинні збиратись з висновків до кожного розділу, але ідеал недосяжний. :) Однак висновки не повинні містити формул, таблиць та рисунків. Дозволяється (та навіть вітается) використовувати числа (на кшталт «розроблена методика дозволяє підвищити ефективність пустопорожньої балаканини на 2.71%»).

Наприкінці висновків необхідно зазначити напрямки подальших досліджень: куди саме, як вам вважається, необхідно прямувати наступним дослідникам у даній тематиці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] A. Bansal та ін. *Cold diffusion: Inverting arbitrary image transforms without noise*. Advances in Neural Information Processing Systems, 36, 41259-41282. 2023. URL: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2023/file/80fe51a7d8d0c73ff7439c2a2554ed53-Paper-Conference.pdf.
- [2] Arpit Bansal та ін. «Cold Diffusion: Inverting Arbitrary Image Transforms Without Noise». В: *Advances in Neural Information Processing Systems*. За ред. A. Oh та ін. Т. 36. Curran Associates, Inc., 2023, с. 41259—41282. URL: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2023/file/80fe51a7d8d0c73ff7439c2a2554ed53-Paper-Conference.pdf.