

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

«До захисту допущено»

Завідувач 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
Климентьєв 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
«КИЇВСЬКИЙ 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

Завідувач кафедри

_____ Наталія КУССУЛЬ

«___» _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу**

Студент: Климентьєв Максим Андрійович

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 (Назва першого розділу) | 9 |
| 1.1 (Назва першого підрозділу) | 9 |
| 1.2 (Назва другого підрозділу) | 9 |
| 1.3 (Назва третього підрозділу) | 12 |
| Висновки до розділу 1 | 13 |
| 2 (Назва другого розділу) | 14 |
| 2.1 (Якийсь підрозділ) | 14 |
| 2.2 (Якийсь наступний підрозділ з дуже-дуже довгою назвою, загальна кількість слів в якій, однак, не повинна перевищувати 12 слів) | 15 |
| 2.3 Оформлення посилань | 16 |
| Висновки до розділу 2 | 16 |
| 3 (Назва третього розділу) | 17 |
| 3.1 (якийсь підрозділ) | 17 |
| Висновки до розділу 3 | 18 |
| Висновки | 19 |
| Перелік посилань | 20 |

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 нейромережевої 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 (НАЗВА ПЕРШОГО РОЗДІЛУ)

На початку кожного розділу рекомендується вставити одне-два-абзац речень, у яких коротенько представили, про що тут взагалі буде мова.

1.1 (Назва першого підрозділу)

Перший розділ повинен бути присвячений огляду попередніх результатів за тематикою вашого дослідження. У даному розділі повинні міститись вс' визначення та описи, необхідні для подальшого викладення матеріалу, та результати ваших попередників.

Зауважимо, що наводити детальні доведення не ваших результатів необхідно наводити лише тоді, коли вони містять якусь вкрай важливу інформацію для саме ваших результатів.

Також зауважимо, що абсолютно на всі не ваші результати повинні стояти належним чином оформлені посилання.

Розмір першого (оглядового) розділу не повинен перевищувати третини вашої дипломної роботи (без урахування додатків).

1.2 (Назва другого підрозділу)

Наведемо основні правила оформлення текстів у системі L^AT_EX.

Для абзацу робіть пусті рядки у файлі. Курсивний текст робиться командою `emph`: *ось так*. Жирний текст робиться командою `textbf`: **ось так**.

«Лапки» робляться двома знаками більше та двома знаками менше. Довге тире у тексті — трьома дефісами, коротке – двома дефісами; у формулах мінуси робляться одним дефісом: $a - b$.

Пишіть звичайний текст звичайним текстом, а формули, позначення змінних та операцій (усі формули, усі позначення змінних та усі операції)

беріть у знаки долара, ось так: $E = mc^2$, $a_1 = a^{(2)} \cdot a_{n,k}$, $e^x = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!}$. Якщо вам не подобається, як L^AT_EX подав формулу для експоненти (мені, наприклад, не подобається), то можна внести у код формули деякі корективи та написати ось так: $e^x = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!}$.

Для прикладу різні варіації коми у формулах: (a, b) vs. (a,b) . Поки пакет ісотта працює, різниця видна наочно.

Виключна формула (формула окремим рядком) робиться через подвійні знаки долара або через оточення `equation`. Зауважте, що при цьому змінюється оформлення формул:

$$e^x = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!}.$$

Формули за помовчанням не підтримують кириличні літери. Зверніть увагу на порожній рядок перед попереднім реченням у `tex`-файлі: без нього не буде створено абзац.

Із більш специфічних позначень — ось так, скажімо, можна подати перестановку:

$$\pi = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ a & 5 & 9 & 6 & 4 & 8 & 2 & 1 & 7 \end{pmatrix},$$

де $a = 3$. Зауважте, що у попередньому реченні нема порожнього рядочку перед «де» (та, відповідно, абзацу після формули), а кома внесена у виключну формулу, бо інакше вона переїде у наступний рядок тексту.

Декілька формул поспіль треба збирати в єдине ціле оточеннями `gather` або `equation`; назви оточень із зірочками вказують L^AT_EX'у не нумерувати дані формули. Наприклад, ось рекуренти для циклових чисел та чисел Стірлінга I роду:

$$\begin{aligned} c(n+1, k) &= c(n, k-1) + nc(n, k); \\ s(n+1, k) &= s(n, k-1) - ns(n, k). \end{aligned}$$

Зверніть увагу на символ «~» у попередньому абзаці `tex`-файлу між «I»

та «роду»; це нерозривний пробіл, який не дасть рознести пов’язані частини по різних рядках. Тільки треба ставити перед усіма посиланнями (команди `ref` та `cite`), перед тире та у місцях, які не можна розривати за правилами граматики.

Для специфічних позначень ви можете задавати власні команди (їх рекомендовано заносити у файл «02_redefinitions»). Наприклад, подивіться, як оформлюється теорема Лагранжа-Бюрмана із використанням введених команд `\Coef` та `\compinv`:

Теорема 1.1 (Лагранж, Бюрман). *Для будь-якого ряду $A \in x\mathcal{R}[[x]]_1$ та $k \in \mathbb{N}$ справедливе співвідношення*

$$n \operatorname{Coef}[x^n] \left(A^{(-1)}(x) \right)^k = k \operatorname{Coef}[x^{n-k}] \left(\frac{x}{A(x)} \right)^n.$$

Доведення. Доведення ви подивитесь деінде, а тут подивіться, як воно оформлюється (зокрема, на квадратик наприкінці :)). □

Наслідок 1.1. *Будь-ласка, перевіряйте граматику. Латеховські редактори зазвичай не мають інтегрованих спелчекерів української мови, тому використовуйте сервіси, наведені, наприклад, тут: <https://coma.in.ua/30584>*

Іноді написаний файл треба компілювати двічі для одержання ефекту (скажімо, для коректної побудови усіх гіперпосилань та побудови змісту). Скажімо, оце посилання на теорему 1.1 (теорему Лагранжа-Бюрмана) з першої компіляції може показати вам знаки питання «??». Однак після повторної компіляції ви одержите те, що потрібно.

Онлайн-сервіси на кшталт Overleaf справляються з такими ситуаціями за одну компіляцію. Однак той же Overleaf має звичку компілювати pdf-файли навіть за наявності помилок у тексті, просто ігноруючи відповідні місця. Якщо ви працюєте у Overleaf, то переконайтесь, що у вас нема червоних помилок після компіляції. На щастя, останні апдейти Overleaf вивалюють червоні помилки прямо вам в очі, тому їх нескладно помітити.

Якщо вам потрібна якась фіча, запитайте в Сенсея. Майже напевно вона є.

На жаль деякі пакети шаблону викликають незрозумілі конфлікти. Поки що не вдалось інтегрувати у шаблон такі пакети, як `color` та `tikz`. Якщо без кольорового забарвлення тексту ще можна пережити, то використовувати діаграми `tikz` поки що рекомендується за допомогою милиць:

- створюєте окремий допоміжний `tex`-проект, у якому за допомогою `tikz` створюєте діаграму;
- компілюєте допоміжний `tex`-проект;
- вставляєте створену діаграму з `pdf`-файлу у диплом як зображення.

Ми ж зі свого боку продовжуємо працювати над покращенням даного шаблону.

1.3 (Назва третього підрозділу)

Надамо деякі рекомендації щодо використання даного стильового файлу.

Теорема 1.2. Використовуйте оточення `theorem` для теорем.

Доведення. Для доведень використовуйте оточення `proof`. □

Теорема 1.3. Нумерація відбувається автоматично

Твердження 1.1. Використовуйте оточення `claim` для тверджень.

Лема 1.1. Використовуйте оточення `lemma` для лем.

Наслідок 1.2. Використовуйте оточення `corollary` для наслідків.

Означення 1.1. Використовуйте оточення `definition` для визначень.

Приклад 1.1. Використовуйте оточення `example` для прикладів, на які є посилання.

Зауваження. Використовуйте оточення `remark` для зауважень. Зверніть увагу, як веде себе команда `emph`

Висновки до розділу 1

Наприкінці кожного розділу ви повинні навести коротенькі підсумки по його результатах. Зокрема, для оглядового розділу в якості висновків необхідно зазначити, які задачі у даній тематиці вже були розв’язані, а саме поставлена вами задача розв’язана не була (або розв’язана погано), тому у наступних розділах ви її й розв’язуєте.

Якщо ваш звіт складається з одного розділу, пропускайте висновок до нього – він повністю включається в загальні висновки до роботи

2 (НАЗВА ДРУГОГО РОЗДІЛУ)

До другого розділу також краще написати малесенький вступ. Зокрема, це збільшує загальний об'єм роботи та покращує її читабельність.

2.1 (Якийсь підрозділ)

У другому розділі необхідно наводити розв'язання поставленої перед вами задачі у теоретичному або аналітичному сенсі (хоча, звісно, все залежить від того, яка саме задача перед вами поставлена).

Для подання матеріалів можна використовувати таблиці (наприклад, Таблицю 2.1). Розмір шрифту у таблиці може бути меншим за 14 pt (наприклад, 12 pt, або навіть 10 pt, якщо так таблиця виглядає зрозуміліше та компактніше).

Таблиця 2.1 – Розрахунок якоїсь фантастичної дичини у декілька кроків

| Параметр x_i | Параметр x_j | | | | Перший крок | | Другий крок | |
|----------------|----------------|-------|-------|-------|-------------|----------|-------------|----------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | w_i | K_{bi} | w_i | K_{bi} |
| X_1 | 1 | 1 | 1.5 | 1.5 | 5 | 0.31 | 19 | 0.32 |
| X_2 | 1 | 1 | 1.5 | 1.5 | 5 | 0.31 | 19 | 0.32 |
| X_3 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 2.5 | 0.16 | 9.25 | 0.16 |
| X_4 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 1 | 3.5 | 0.22 | 12.25 | 0.20 |
| Разом: | | | | | 16 | 1 | 59.5 | 1 |

Бажано, щоб кожен пункт завдань, окреслених у вступі, відповідав певному розділу або підрозділу у дипломній роботі.

Теорема 2.1. *Нумерація у наступних розділах також проставляється автоматично та коректно.*

2.2 (Якийсь наступний підрозділ з дуже-дуже довгою назвою, загальна кількість слів в якій, однак, не повинна перевищувати 12 слів)

Для подання матеріалів також дуже зручними є рисунки (наприклад, рисунки 2.1 або 2.2).

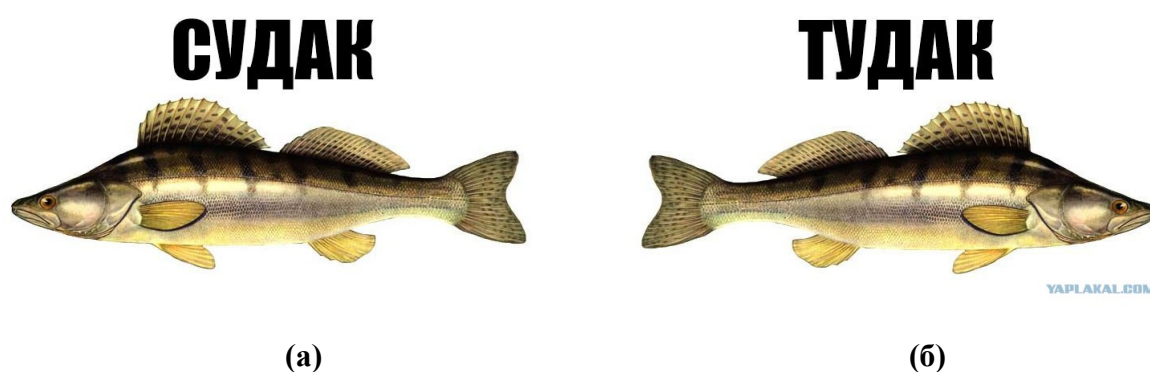


Рисунок 2.1 – Різні види риб: (а) судак, (б) тудак.

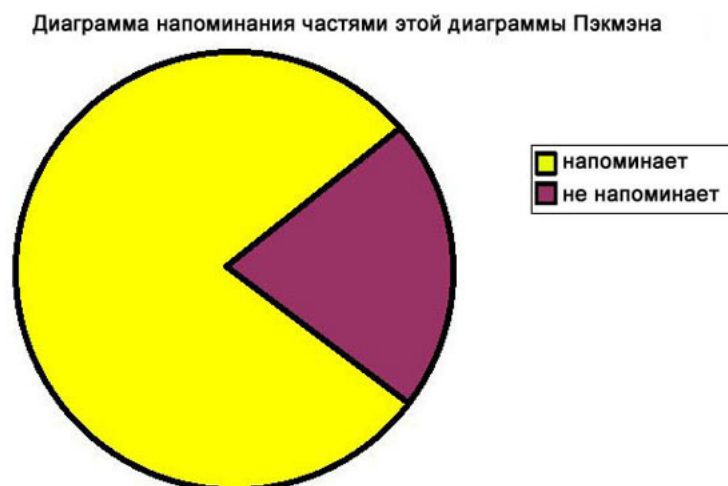


Рисунок 2.2 – Частка кругових діаграм, які схожі на Пекмена

2.3 Оформлення посилань

Посилання до роботи рекомендовано робити за допомогою підсистеми BibTex. Це максимально зручно, повірте мені. Усі притомні світові журнали надають посилання на свої статті у вигляді bib-файлів, з яких просто треба перенести відомості у свій файл. Існують інструменти автоматизованого створення bib-файлів, наприклад, JabRef. Якщо у вас нема автоматизованого механізму, то посилання на джерела у bib-файлах легко створюються вручну. Головне — не забувати чотири простих правила:

1) Імена авторів необхідно подавати у вигляді «Прізвище, Ім'я» та розділяти ключовим словом «and», наприклад:

```
author = "Яковлев, Сергій Володимирович and  
Дамблдор, Альбус Персиваль Вульфрік Брайан"
```

2) Після усіх полів запису необхідно ставити кому, окрім останнього.

3) Джерела у переліку посилань з'являться тільки після того, як ви зробите посилання на нього у тексті, наприклад, див. роботи [1, 2].

Висновки до розділу 2

Наприкінці розділу знову наводяться коротенькі підсумки.

3 (НАЗВА ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ)

3.1 (якийсь підрозділ)

Подивіться, як нераціонально використовується простір, якщо не писати вступи до розділів. :)

Зазвичай третій розділ присвячено опису практичного застосування або експериментальної перевірки аналітичних результатів, одержаних у другому розділі роботи. Втім, це не обов'язкова вимога, і структура основної частини диплому більш суттєво залежить від характеру поставлених завдань. Навіть якщо у вас є певне експериментальне дослідження, але його загальний опис займає дві сторінки, то краще приєднайте його підрозділом у попередній розділ.

При описі експериментальних досліджень необхідно:

- наводити повний опис експериментів, які проводились, параметрів обчислювальних середовищ, засобів програмування тощо;
- наводити повний перелік одержаних результатів у чисельному вигляді для їх можливої перевірки іншими особами;
- представляти одержані результати у вигляді таблиць та графіків, зрозумілих людському оку;
- інтерпретувати одержані результати з точки зору поставленої задачі та загальної проблематики ваших досліджень.

У жодному разі не потрібно вставляти у даний розділ тексти інструментальних програм та засобів (окрім того рідкісного випадку, коли саме тексти програм і є результатом проведення експериментів). За необхідності тексти програм наводяться у додатках.

Висновки до розділу 3

Висновки до останнього розділу є, фактично, підсумковими під усім дослідженням; однак вони повинні стосуватись саме того, що розглядалось у розділі.

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 досліджень», 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 вітається) 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] М. В. Василенко. *Теорія коливань: Навчальний посібник*. К.: Вища школа, 1992.
- [2] *Обчислювальна і прикладна математика: Зб.наук.пр.* К.: Либідь, 1993.