

144

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМ. М. Є. ЖУКОВСЬКОГО  
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих  
засобів і технологій (№ 502)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Гарант освітньої програми

 Олександр ДОВНАР  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ТА ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ**  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерні технології в біології та медицині»  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2021 рік**

Розробники:

ПОПОВ Анатолій, доцент кафедри радіоелектронних і біомедичних  
комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502), к.т.н., доцент  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

ПОРВАН Андрій, доцент кафедри радіоелектронних і біомедичних  
комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502), к.т.н., доцент  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри радіоелектронних і біо-  
медичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)  
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 31 серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показника                                                                                            | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Кількість кредитів – 5,0                                                                                          | <b>Галузь знань</b><br><u>12 «Інформаційні технології»</u><br>(шифр і найменування)<br><br><b>Спеціальність</b><br><u>122 «Комп’ютерні науки»</u><br>(код і найменування)<br><br><b>Освітня програма</b><br><u>«Комп’ютерні технології в біології та медицині»</u><br>(найменування)<br><br><b>Рівень вищої освіти:</b><br><br><u>перший</u><br>(бакалаврський) | Цикл професійної підготовки<br>Обов’язкова                  |
| Кількість модулів – 1                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Навчальний рік</b>                                       |
| Кількість змістовних модулів – 2                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2021/2022                                                   |
| Індивідуальне завдання – <u>не передбачене</u><br>(назва)                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Семестр</b>                                              |
| Загальна кількість годин – 56/ 150                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6-й                                                         |
|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Лекції*</b>                                              |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання:<br><br>аудиторних – 3,5<br>самостійної роботи здобувача – 5,9 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <u>32</u>                                                   |
|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Практичні, семінарські*</b>                              |
|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <u>8</u>                                                    |
|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Лабораторні*</b>                                         |
|                                                                                                                   | <u>16</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                             |
|                                                                                                                   | <b>Самостійна робота</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                             |
|                                                                                                                   | <u>94</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                             |
|                                                                                                                   | <b>Вид контролю</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                             |
|                                                                                                                   | модульний контроль, залік                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                             |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

56 годин аудиторних занять / 150 годин самостійної роботи.

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** дати знання про методи формування, представлення та цифрового оброблення багатоканальних зображень в системах технічного зору та медичної інформатики.

**Завдання:** вивчення методів побудови систем технічного зору та принципів формування біомедичних зображень, засвоєння теоретичних засад та практичних алгоритмічних методів оброблення цифрових зображень.

### **Компетентності, які набуваються:**

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерних наук в області біології та медицини і характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК);
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК3);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК12);
- здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування отриманих результатів (ФК1);
- здатність до побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для створення програмних та інформаційних систем (ФК2);
- здатність до інтелектуального багатовимірного аналізу біомедичних даних та їхньої оперативної аналітичної обробки з візуалізацією результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач у галузі комп'ютерних наук (ФК9);
- уміння обґрунтовано вибирати методи та технології обробки біомедичних зображень з метою отримання корисної інформації в умовах завад, способи обробки отриманої інформації від біооб'єкта для вирішення типових

задач при розробці медичних комп'ютерних систем та налагодження сервісів, що вирішують ці задачі (ФК23).

#### **Очікувані результати навчання:**

– вміння застосовувати знання форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук (ПРН1);

– вміння використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних (ПРН3);

– вміння розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій (ПРН4);

– вміти застосовувати методи та алгоритми аналізу даних для задач класифікації, прогнозування, з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу біомедичних даних (ПРН10).

**Пререквізити** – „Вища математика”, „Алгоритмізація та програмування”, „Медичні інформаційні системи”.

**Кореквізити** – "Методи та системи штучного інтелекту в біології та медицині".

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

**Змістовий модуль 1. Системи технічного зору та засоби формування зображень**

**Тема 1. Вступ до дисципліни «Методи отримання та обробки зображень»**

Предмет вивчення, структура та задачі дисципліни. Бібліографія.

Представлення зображень. Світло і електромагнітний спектр. Огляд методів та завдань дистанційного зондування. Основні проблеми та підходи до реєстрації, моделювання та цифрової оброблення зображень.

## **Тема 2. Фізичні основи дистанційних методів формування зображень**

Особливості дистанційних методів. Активні та пасивні методи. Галузі застосування супутникових даних. Методи досліджень в оптичному діапазоні. Вплив атмосфери. Вікна прозорості. Відбивальна властивість. Параметри відбитих сигналів. Спектрофотометри. Сканерні методи. Характеристики сканерів. Оптичні сканери. Радіолокатори. Принципи синтезу апертури. Висотоміри. Скаттерометри. Радіометри.

## **Тема 3. Прийом даних дистанційного зондування**

Антени систем дистанційного зондування: загальні характеристики, вимоги до них, методи забезпечення. Конструкції антен. Багатoelementні антенні решітки. Діаграма спрямованості (ДС). Методи аподизації амплітудно-фазових розподілів. Електронне сканування. ДС антенних решіток за наявності завад і спотворень. Джерела внутрішніх шумів та зовнішніх завад. Підходи до статистичного аналізу характеристик спотворених ДС.

## **Тема 4. Відновлення супутникових зображень**

Діаграма формування супутникових сканерних зображень. Причини геометричних викривлень. Методи геометричної корекції. Ортотрансформування. Радіометрична корекція. Калібрування й корегування даних. Методи атмосферної корекції.

### **Модульний контроль.**

## **Змістовий модуль 2. Цифрове оброблення зображень**

### **Тема 1. Процеси формування цифрових зображень**

Джерела зображень. Структура системи технічного зору. Оптична передатна функція. Функція розсіяння точки. Модель формування зображення. Дискретизація та квантування безперервних зображень. Ефекти муара та накладання спектрів. Помилкові контури. Основні стадії цифрової оброблення зображень. Компоненти системи оброблення зображень.

### **Тема 2. Типи та характеристики зображень**

Класифікація зображень. Основні характеристики зображень. Інтенсивність. Контраст. Коефіцієнт модуляції. Контури. Системи колірних координат (RGB, CMY / CMYK, HSV, XYZ, YCbCr).

Представлення цифрових зображень. Групове кодування. Статистичне кодування. Метод Хаффмана. Графічні формати даних. Моделі стиснення зображень. Стиснення з втратами та без втрат. Стандарти стиснення зображень.

Класифікація моделей зображень. Авторегресійні моделі.

Види завад на зображеннях. Імовірнісні моделі завад.

### Тема 3. Методи цифрового оброблення зображень

Геометричні перетворення та прив'язка зображень. Системи однорідних координат. Евклідові перетворення. Афінні перетворення. Проективні перетворення. Білінійні перетворення. Побудова мозаїки із зображень.

Перетворення яскравості та контрасту. Гістограма яскравості. Частотні перетворення. Інверсна фільтрація. Лінійна просторово-інваріантна фільтрація. Низькочастотні просторові фільтри. Придушення завад. Рангові фільтри. Медіанна фільтрація. Адаптивна медіанна фільтрація. Високочастотні просторові фільтри. Методи виділення контурів.

**Модульний контроль.**

### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назва змістовного модуля і тем                                               | Кількість годин |              |          |           |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|----------|-----------|-----------|
|                                                                              | Усього          | У тому числі |          |           |           |
|                                                                              |                 | л            | п        | лаб.      | с.р.      |
| 1                                                                            | 2               | 3            | 4        | 5         | 6         |
| <b>Модуль 1</b>                                                              |                 |              |          |           |           |
| <b>Змістовий модуль 1. Системи технічного зору та дистанційне зондування</b> |                 |              |          |           |           |
| Тема 1. Вступ до дисципліни                                                  | 6               | 2            | –        | –         | 4         |
| Тема 2. Фізичні основи дистанційних методів формування зображень             | 16              | 4            | 2        | –         | 10        |
| Тема 3. Прийом даних дистанційного зондування                                | 24              | 6            | 2        | –         | 16        |
| Тема 4. Відновлення супутникових зображень                                   | 20              | 4            | 2        | –         | 14        |
| Модульний контроль                                                           | 2               | –            | 2        | –         | –         |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                          | <b>68</b>       | <b>16</b>    | <b>8</b> | <b>0</b>  | <b>44</b> |
| <b>Змістовий модуль 2. Цифрове оброблення зображень</b>                      |                 |              |          |           |           |
| Тема 1. Процеси формування цифрових зображень                                | 22              | 4            | –        | 4         | 14        |
| Тема 2. Типи та характеристики зображень                                     | 22              | 4            | –        | 4         | 14        |
| Тема 3. Методи цифрового оброблення зображень                                | 36              | 8            | –        | 6         | 22        |
| Модульний контроль                                                           | 2               | –            | –        | 2         | –         |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                          | <b>82</b>       | <b>16</b>    | <b>0</b> | <b>16</b> | <b>50</b> |
| <b>Усього годин</b>                                                          | <b>150</b>      | <b>32</b>    | <b>8</b> | <b>16</b> | <b>94</b> |

## 5. Теми семінарських занять

| №<br>п/п | Назва теми                       | Кількість<br>годин |
|----------|----------------------------------|--------------------|
| 1        | Не передбачено навчальним планом | —                  |
|          | <b>Разом</b>                     | —                  |

## 6. Теми практичних занять

| №<br>п/п | Назва теми                                                                                                 | Кількість<br>годин |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1        | Моделювання діаграм спрямованості фазованих антенних решіток (ФАР) та визначення їх основних характеристик | 2                  |
| 2        | Дослідження впливу вагових вікон та параметрів ФАР на основні характеристики діаграми спрямованості        | 2                  |
| 3        | Найпростіші операції з зображеннями в пакеті Image Processing Toolbox                                      | 2                  |
| 4        | Модульний контроль № 1                                                                                     | 2                  |
|          | <b>Разом</b>                                                                                               | <b>8</b>           |

## 7. Теми лабораторних занять

| №<br>п/п | Назва теми                                                         | Кількість<br>годин |
|----------|--------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1        | Перетворення яскравості і контрасту зображень                      | 4                  |
| 2        | Дослідження методів оцінювання виду завад на зображеннях           | 4                  |
| 3        | Просторова фільтрація зображень. Лінійний та медіанний фільтри     | 2                  |
| 4        | Стиснення зображень на основі дискретного косинусного перетворення | 4                  |
| 5        | Модульний контроль № 2                                             | 2                  |
|          | <b>Разом</b>                                                       | <b>16</b>          |

## 8. Самостійна робота

| №<br>п/п | Назва теми                                               | Кількість<br>годин |
|----------|----------------------------------------------------------|--------------------|
| 1        | Вступ до дисципліни                                      | 4                  |
| 2        | Фізичні основи дистанційних методів формування зображень | 10                 |
| 3        | Прийом даних дистанційного зондування                    | 16                 |
| 4        | Відновлення супутникових зображень                       | 14                 |
| 5        | Процеси формування цифрових зображень                    | 14                 |

| №<br>п/п | Назва теми                            | Кількість<br>годин |
|----------|---------------------------------------|--------------------|
| 6        | Типи та характеристики зображень      | 14                 |
| 7        | Методи цифрового оброблення зображень | 22                 |
|          | <b>Разом</b>                          | <b>94</b>          |

## 9. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

## 10. Методи навчання

Застосовуються наступні методи навчання: словесні, наочні та практичні, а саме: проведення аудиторних лекцій (із застосуванням пояснювально-ілюстративного та проблемного викладання навчального матеріалу), виконання практичних завдань та лабораторних робіт, консультації протягом семестру, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

## 11. Методи контролю

Поточний контроль – виконання практичних завдань та лабораторних робіт, оформлення звітів та здача матеріалу тем лабораторних робіт.

Тестовий контроль – проведення модульних контрольних робіт.

Семестровий контроль – залік.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

| Складові навчальної роботи            | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Модуль 1</b>                       |                                 |                            |                         |
| <b>Змістовний модуль 1</b>            |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                     | 0...1                           | 8                          | <b>0...8</b>            |
| Робота на практичних заняттях         | 0...5                           | 3                          | <b>0...15</b>           |
| Модульний контроль                    | 0...24                          | 1                          | <b>0...24</b>           |
| <b>Змістовний модуль 2</b>            |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                     | 0...1                           | 8                          | <b>0...8</b>            |
| Виконання і захист лабораторних робіт | 0...5                           | 4                          | <b>0...20</b>           |
| Модульний контроль                    | 0...25                          | 1                          | <b>0...25</b>           |
| <b>Усього за семестр</b>              |                                 |                            | <b>0...100</b>          |

Залік проводиться у вигляді комп'ютерного тесту. Студенту надається 15 запитань різного рівня складності (теоретичних питань та практичних завдань) з 5 варіантами відповідей. Тільки один варіант відповіді є вірним. За кожен вірну відповідь студент отримує від 5 до 8 балів (залежно від рівня складності завдання). На здачу комп'ютерного тесту відводиться фіксований час – 90 хвилин.

Всього (за умов надання всіх вірних відповідей) студент отримує:  
 $5 \text{ завдань} \times 5 \text{ балів} + 5 \text{ завдань} \times 7 \text{ балів} + 5 \text{ завдань} \times 8 \text{ балів} = 100 \text{ балів}.$

### **Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру**

**Задовільно (60-74).** Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому, неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати всі практичні завдання. Виконати та захистити всі лабораторні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вирішувати найпростіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися під час виконання лабораторних робіт.

**Добре (75-89).** Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріплювати вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати всі практичні завдання. Виконати та захистити всі лабораторні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вирішувати задачі модульного контролю середнього рівня складності. Вміти розробляти типові алгоритми та програмні рішення, подібні використовуваним на лабораторних заняттях.

**Відмінно (90-100).** Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати всі практичні завдання. Виконати та захистити всі лабораторні роботи з навчальної дисципліни.

Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Вирішувати задачі модульного контролю високого рівня складності. Вміти розробляти алгоритми та програмні рішення, відмінні від використовуваних на лабораторних заняттях.

### **Шкала оцінювання: бальна і традиційна**

| Сума балів | Оцінка за традиційною шкалою  |               |
|------------|-------------------------------|---------------|
|            | Іспит, диференційований залік | Залік         |
| 90 – 100   | Відмінно                      | Зараховано    |
| 75 – 89    | Добре                         |               |
| 60 – 74    | Задовільно                    |               |
| 0 – 59     | Незадовільно                  | Не зараховано |

### **13. Методичне забезпечення**

1. Васильєва, І. К. Методи отримання та оброблення зображень [Текст] : навч. посіб. до лаб. робіт / І. К. Васильєва, А. В. Попов. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 72 с.
2. Методи отримання та оброблення зображень. Методичні вказівки до самостійної роботи / Васильєва І. К., Попов А. В. // Харків, НАУ «ХАІ», 2020. - 27 с. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/mod/url/view.php?id=80339>

### **14. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Digital Image Processing, 4th Edition / Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods / Pearson Education Limited, 2018 – 1022 p.

#### **Допоміжна**

1. Обробка зображень: навч.-метод. посіб. / В.О. Лавер, О.М. Левчук. – Ужгород : вид-во ПП «АУТДОР - ШАРК», 2021. – 51 с.
2. Василюк А. С. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник / А. С. Василюк, Н. І. Мельникова. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. 308 с.

3. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник / Г. Г. Бортник, В. М. Кичак ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2014. - 231 с.

4. Наконечний А. Й. Цифрова обробка сигналів /Навчальний посібник / А. Й. Наконечний, Р. А. Наконечний, В. А. Павлиш. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. 368 с.

5. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навчальний посібник / О.В. Дробик, В.В. Кідалов, В.В. Коваль, Б.Я. Костік, В.С. Лазебний, Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. – К.: Наукова думка, 2008. – 144 с.

## **15. Інформаційні ресурси**

1. МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ТА ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ. Розділ навчальної дисципліни у системі Mentor. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=5023>

2. Презентаційні матеріали до конспекту лекцій з навчальної дисципліни "Методи отримання та обробки зображень". [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/mod/url/view.php?id=83279>

3. Методи отримання та обробки зображень. Методичні вказівки до самостійної роботи / Васильєва І. К., Попов А. В. // Харків, НАУ «ХАІ», 2020. - 27 с. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/mod/url/view.php?id=80339>

4. MathWorks: Image Processing Toolbox. Perform image processing, visualization, and analysis. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.mathworks.com/products/image.html>

5. MIPROT: A Medical Image Processing Toolbox for MATLAB [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2104.04771/>