

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



(підпис)

А.І. Трунова

(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АНАЛІЗ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 163 «Біомедична інженерія»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Біомедична інженерія»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Робоча програма Аналіз біомедичних зображень

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 163 Біомедична інженерія

освітньою програмою Біомедична інженерія

«29» серпня 2022 р., – 13 с.

Розробники:

ЛОМОНОСОВ Юрій, доцент кафедри радіоелектронних і біомедичних комп'ю-
теризованих засобів і технологій (№ 502), к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

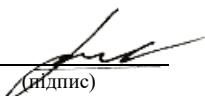
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри радіоелектронних і біо-
медичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.

Завідувачка 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	<p>Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія» (шифр і найменування)</p> <p>Спеціальність 163 «Біомедична інженерія» (код і найменування)</p> <p>Освітня програма «Біомедична інженерія» (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Цикл професійної підготовки Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2022/2023
Індивідуальне завдання – не передбачене (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 64/ 150		7-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи здобувача – 4,0		Лекції*
		32
		Практичні, семінарські*
		32
		Лабораторні*
	Самостійна робота	
	86	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

64 годин аудиторних занять / 86 години 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 створення, представлення, обробки та аналізу зображень в системах технічного зору та медичної інформатики.

Завдання: вивчення методів створення, обробки та аналізу принципів формування біомедичних зображень, засвоєння теоретичних засад та практичних алгоритмічних методів обробки та аналізу цифрових зображень в медицині та біології.

Компетентності, які набуваються:

- здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1).
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК2);
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК4);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК8).
- здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів (ФК1);
- здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу медичних приладів і систем (ФК3);
- здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації) (ФК4);
- здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу при розробці біомедичних продуктів і послуг (ФК6);
- здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.) (ФК8);
- здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення (ФК10).

Очікувані результати навчання:

- вміння застосовувати знання основ математики, інформатики, отримання, обробки та аналізу зображень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії (ПРН1);
- вміння використовувати математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем (ПРН5);
- вміння аналізувати зображення, які передаються від органів на приладі, та проводити обробку діагностичної інформації (ПРН13);
- вміння аналізувати рівень відповідності сучасним світовим стандартам, а також оцінювати рішення і складати завдання на розробку автоматизованих систем управління з урахуванням можливостей сучасних технічних і програмних засобів автоматизації медичного обладнання (ПРН14).

Пререквізити – „Вища математика”, „Основи програмування”, „Електроніка. Теорія кіл та сигналів”, „Комп'ютерне моделювання та обробка даних”.

Кореквізити – „Методи та засоби обробки сигналів у біомедичних засобах”.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Системи технічного зору та засоби оброблення біомедичних зображень

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Аналіз біомедичних зображень»

Предмет вивчення, структура та задачі дисципліни. Бібліографія.

Представлення зображень. Світло і електромагнітний спектр. Огляд методів та завдань оброблення та аналізу біомедичних зображень. Основні проблеми та підходи до цифрового оброблення і аналізу біомедичних зображень.

Тема 2. Процеси формування цифрових зображень, класифікація цифрових зображень

Структура системи технічного зору. Класифікація цифрових зображень. Модель формування зображення. Дискретизація та квантування півтонових та кольорових біомедичних зображень. Основні стадії цифрового оброблення зображень. Компоненти системи оброблення зображень. Яскравість та колір.

Тема 3. Типи та характеристики біомедичних зображень

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

Представлення цифрових зображень. Групове кодування. Статистичне кодування. Метод Хаффмана. 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 4. Основні методи цифрового оброблення біомедичних зображень

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

Перетворення яскравості та контрасту. Гістограма яскравості та гістограмні методи оброблення зображень. Частотні перетворення. Інверсна фільтрація. Лінійна просторово-інваріантна фільтрація. Низькочастотні просторові фільтри. Придушення завад. Рангові фільтри. Медіанна фільтрація. Адаптивна медіанна фільтрація. Високочастотні просторові фільтри.

Тема 5. Зберігання біомедичних зображень, сучасні формати графічних даних

Застосування JPEG технологій для зберігання і відображення цифрових біомедичних зображень. Використання вейвлет-аналізу для збереження та відображення зображень, його модифікації та формат JPEG2000 (JP2). Формат DjVu для зберігання і відображення текстово-графічної інформації.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Методи аналізу біомедичних зображень

Тема 1. Виділення контурів на біомедичних зображеннях.

Методи виділення контурів. Завдання виділення контурних точок на біомедичних зображеннях. Основні оператори обчислення контурів на зображеннях. Оператори обчислення похідних та векторів градієнтів. Скелетизація об'єктів і контурів зображення.

Тема 2. Класифікаційні методи і алгоритми аналізу цифрових зображень

Обробка і аналіз біомедичних зображень на основі виділення і кодування областей довільної форми. Контурно-текстурне кодування і аналіз зображень на основі вирощування областей. Обробка і аналіз зображень на основі автоматичної класифікації фрагментів. Обробка і аналіз зображень на основі класифікації об'єкта і фона.

Тема 3. Загальні принципи і основи для аналізу біомедичних цифрових зображень

Виділення та опис характерних елементів об'єктів. Виділення і аналіз зв'язних областей на площині зображення. Сегментація півтонових біомедичних зображень. Кореляційний аналіз порівняння зображень. Оцінка інформативності біомедичних зображень.

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
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Системи технічного зору та засоби оброблення біомедичних зображень					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Аналіз біомедичних зображень»	10	2	4	–	4
Тема 2. Процеси формування цифрових зображень, класифікація цифрових зображень	18	4	4	–	10
Тема 3. Типи та характеристики біомедичних зображень	20	4	4	–	12
Тема 4. Основні методи цифрового оброблення біомедичних зображень	20	4	4	–	12
Тема 5. Зберігання біомедичних зображень, сучасні формати графічних даних	20	4	4	-	12
Модульний контроль	2	2	-	–	–
Разом за змістовим модулем 1	90	20	20	0	50
Змістовий модуль 2. Методи аналізу біомедичних зображень					
Тема 1. Виділення контурів на біомедичних зображеннях.	20	4	4	-	12
Тема 2. Класифікаційні методи і алгоритми аналізу цифрових зображень	20	4	4	-	12
Тема 3. Загальні принципи і основи для аналізу біомедичних цифрових зображень	18	2	4	-	12
Модульний контроль	2	2	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	60	12	12	-	36
Усього годин	150	32	32	-	86

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	–
	Разом	–

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Представлення цифрових зображень. Огляд методів та завдань оброблення та аналізу біомедичних зображень.	2
2	Отримання практичних навичок реалізації застосування функцій пакета Image Processing Toolbox	2
3	Класифікація цифрових зображень. Дискретизація та квантування півтонових та кольорових біомедичних зображень.	2
4	Перетворення яскравості і контрасту за допомогою інструментів пакета Image Processing Toolbox.	2
5	Пакет Image Processing Toolbox. Основні характеристики біомедичних зображень. Інтенсивність. Контраст.	2
6	Системи кольорних координат XYZ, Lab, CMYK, HSV, RGB	2
7	Операції з зображеннями в пакеті Image Processing Toolbox. Перетворення яскравості та контрасту. Гістограмні методи оброблення зображень.	2
8	Операції з зображеннями в пакеті Image Processing Toolbox. Методи просторової і частотної фільтрації.	2
9	JPEG і вейвлет технології зберігання і відображення цифрових біомедичних зображень. Формати JPEG2000 (JP2), DjVu для зберігання і відображення текстово-графічної інформації.	2
10	Ентропійні методи обробки даних. Групове кодування RLE, статичний метод Хафмана, словниковий метод LZW.	2
11	Методи виділення контурів. Основні оператори обчислення контурів на зображеннях.	2
12	Критерії однорідності ділянок зображення. Текстурна матриця. Визначення порогів. Гістограма зображення. Сегментація за морфологічним вододілом.	2

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
13	Класифікаційні методи аналізу біомедичних зображень. Вирощування областей.	2
14	Автоматична класифікація фрагментів. Класифікація об'єкта і фона.	2
15	Виділення і аналіз зв'язних областей на площині зображення.	2
16	Сегментація півтонових біомедичних зображень. Кореляційний аналіз порівняння зображень.	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	-
	Разом	-

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до навчальної дисципліни	4
2	Процеси формування цифрових зображень, класифікація цифрових зображень	10
3	Типи та характеристики біомедичних зображень	12
4	Основні методи цифрового оброблення біомедичних зображень	12
5	Зберігання біомедичних зображень, сучасні формати графічних даних	12
6	Виділення контурів на біомедичних зображеннях.	12
7	Класифікаційні методи і алгоритми аналізу цифрових зображень	12
8	Загальні принципи і основи для аналізу біомедичних цифрових зображень	12
	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

10. Методи навчання

Студентоцентризований підхід. 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, консультації протягом семестру, самостійна робота студентів за навчально-методичними матеріалами. Технологія змішаного та дистанційного навчання..

11. Методи контролю

Поточний контроль – виконання практичних завдань.

Тестовий контроль – проведення модульних контрольних робіт.

Семестровий контроль – іспит (проводиться у письмовій формі).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	10	0...10
Робота на практичних заняттях	0...3	10	0...30
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Робота на практичних заняттях	0...3	6	0...18
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Усього за семестр			0...100

Іспит 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. 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 практичних завдань.

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; підкріпляти 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. 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. 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 практичних 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/>