

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

_____ (Каплун В.В.)

“ _____ ” _____ 2024 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри автоматики та
робототехнічних систем ім. акад.
І.І. Мартиненка

Протокол № 37 від 21.05. 2024 р.

Завідувач кафедри

_____ (Лисенко В.П.)

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП ОКР "Бакалавр"

спеціальності 163 Біомедична

інженерія

_____ (Никифорова Л.Є.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СИСТЕМИ БІОМЕДИЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

спеціальність 163 – "Біомедична інженерія"

освітня програма "Біомедична інженерія"

(ННІ) енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: професор Никифорова Л.Є., ст. викладач Руденський А.А.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2024 р.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>	
Спеціальність	163 – Біомедична інженерія	
Освітня програма	16 – Хімічна інженерія та біоінженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проєкт (робота) (за наявності)	–	
Форма контролю	<i>екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4	4
Семестр	8	8
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	<i>2 год.</i>
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	<i>30 год.</i>	
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	<i>118 год.</i>
Індивідуальні завдання	<i>год.</i>	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>4 год.</i>	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – набуття професійних знань про специфіку створення, проектування, устрій та технічне обслуговування систем біомедичної візуалізації.

Завдання – вивчення структури, побудови окремих блоків та технічних рішень систем візуального відображення біологічних об'єктів, їх внутрішньої будови та окремих органів, які набули поширення як технічні засоби біомедичної діагностики та досліджень.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і проблеми під час професійної діяльності у галузі біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів біомедичної інженерії для проведення медико-біологічних досліджень.

Загальні компетентності (ЗК): Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності (ФК): Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування біомедичних приладів та систем.

Програмні результати навчання (ПРН) : Застосовувати знання основ отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної та заочної форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Системи комп'ютерної томографії.												
Тема 1. Поняття про медичну візуалізацію, інтроскопія	6	2		2		2	6	2				4
Тема 2. Медична ендоскопія	8	2		2		4	8					8
Тема 3. Мікроскопія	8	2		2		4	8					8
Тема 4. Медична фотографія	8	2		2		4	8					8
Тема 5. Системи відображення медико-біологічної інформації	6	2				4	6					6
Тема 6. Цифрова обробка зображень	10	2		4		4	10					10
Тема 7. Стандарт DICOM	8	2		2		4	8					8
Тема 8. Конструкція рентгенівського апарату	6	2				4	6					6
Разом за змістовим модулем 1	60	16		14		30	60	2				58
Змістовий модуль 2. Спеціальні системи біомедичної візуалізації												
Тема 9. Класифікація рентгенівських апаратів	6	2				4	6					6
Тема 10. Рентгенівська комп'ютерна томографія	6	2				4	6					6
Тема 11. КТ-сканери та технології КТ-сканування	10	2		4		4	10					10
Тема 12. Конфігурація комп'ютерного томографа	10	2		4		4	10					10
Тема 13. Магнітно-резонансна томографія	10	2		4		4	10					10
Тема 14. Специфіка зображень магнітно-резонансної томографії	10	2		4		4	10					10
Тема 15. Ультразвукова візуалізація	8	2				6	8					8

Разом за змістовим модулем 2	60	14		16		30	60					60
Усього годин	120	30		30		60	120	2				118

3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з інтерфейсом та панеллю інструментів програми DICOMImageViewerPlus	4
2	Перегляд та візуальний аналіз медичних зображень	4
3	Інтерпретація медичного зображення	4
4	Перетворення зображення	4
5	Розрахунок параметрів	4
6	Сегментація медичного зображення	2
7	Формалізація уявлень про біомедичні зображення (відображення графічних та текстових даних в програмних застосунках)	2
8	Формалізація уявлень про біомедичні зображення (формат DICOM)	2
9	Фізичні розміри та просторове положення біомедичних зображень (алгоритми)	2
10	Розміщення даних томографічних зображень у тривимірному просторі (формат DICOM)	2
	Разом	30

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчити поняття біомедичної візуалізації; визначити суміжні до біомедичної візуалізації сфери досліджень; визначити основні задачі біомедичної візуалізації; встановити, в чому полягає мета біомедичної візуалізації.	4
2	Вивчити різні методи візуалізації для отримання зображень в біомедичній діагностиці; основи найпоширеніших сучасних методів отримання зображень в медицині, специфіку отримання за їх допомогою біомедичних зображень.	4
3	Поняття дискретизації, поняття роздільної здатності (dpi,	4

	<p>pp_i, lp_i, sp_i та їх застосування), поняття кольору (хроматичні та ахроматичні кольори, їх характеристики), поняття колірної моделі та колірного простору; вивчити основні колірні моделі та вміти розраховувати переходи для кольорів між різними моделями; визначити особливості роздільної здатності біомедичних зображень.</p>	
4	<p>Поняття глибини кольору; навчитись розраховувати необхідну кількість градацій колірного тону для відтворення на зображеннях безперервної зміни яскравості кольору; поняття колірного каналу та альфа каналу</p>	6
5	<p>Основні положення стандарту DICOM та визначити ієрархію визначення інформації об'єкту зображення (IOD); вивчити специфіку роботи із тегом, типом даних VR (Value Representation), довжиною (Length) та значенням (Value Field) елементів DICOM; вивчити піксельні характеристики, що зберігають інформацію про зображення в форматі DICOM; розглянути особливості зчитування та інтерпретації в програмному коді даних з елементів Rows (0028,0010), Columns (0028, 0011), Pixel Spacing (0028, 0030), Samples Per Pixel (0028, 0002), Photometric Interpretation (0028, 0004), Planar configuration (0028, 0006), Bits Allocated (0028, 0100), Bits Stored (0028, 0101), High Bit (0028, 0102), Number of Frames (0028, 0008), Pixel Data (7FE0, 0010); вивчити алгоритм визначення просторової орієнтації зображення за даними, що зберігають інформацію про зображення в форматі DICOM: Image Orientation (0020, 0037), Patient position (0018, 5100), Image Position (0020, 0032), Spacing Between Slices (0018, 0088), Slice Thickness (0018, 0050), Slice Location (0020, 1041).</p>	6
6	<p>Характеристики рентгенівського випромінювання, що воно собою являє; знати принцип рентгенівського методу дослідження; розглянути механізми утворення рентгенівських променів; вивчити гальмівне (суцільний спектр) рентгенівське випромінювання та характеристичне (лінійчатий спектр) рентгенівське випромінювання</p>	4
7	<p>Вивчити поняття рентгенівського апарату та його конструкцію; визначити конструкцію та принцип роботи рентгенівської трубки, види трубки; визначити особливості живильного пристрою; визначити особливості пристроїв для візуалізації і реєстрації рентгенівського зображення; визначити особливості,</p>	4

	призначення та принцип роботи пристрої для формування потоку випромінювання; визначити особливості конструкції штативних пристроїв; визначити особливості систем захисту і управління рентгенівського апарату.	
8	Вивчити різні види рентгенівських апаратів залежно від конструкції і умов експлуатації; знати особливості стаціонарних, пересувних і переносних рентгенівських апаратів; знати особливості рентгенографічного і рентгеноскопичного способів отримання інформації; знати особливості прямого і непрямого способів фіксації інформації у рентгенівських системах; знати різницю між аналоговими і цифровими рентгенівськими апаратами, переваги останніх; знати класифікація рентгенівських апаратів в залежності від способу обробки інформації; знати класифікація рентгенівських апаратів в залежності від призначення; знати специфіку роботи рентгенодіагностичних апаратів загального призначення, інтервенційних рентгенівських систем (операційних С-арок), ангіографів, дентальних рентгенівських апаратів, ортопантомографічних апаратів, рентгенівських мамографів, флюорографів, рентгенівських денситометрів (остеоденситометрів).	4
9	Визначити принцип методу рентгенівської комп'ютерної томографії, обґрунтувати його переваги; вивчити поняття чисел Хаунсфілда, шкали Хаунсфілда; розгляну нульове значення, верхню та нижню границі шкали Хаунсфілда; вивчити основні поняття КТ (воксел, ізотропне зображення, анізотропне зображення); вивести формули прямого та зворотного перетворення Радона; розглянути специфіку зображень сінограм	4
10	Вивчити основні складові комп'ютерного томографа; розглянути специфіку роботи із основними складовими комп'ютерного томографа: столом для сканування, кільцеподібним штативом «гентрі» з джерелом випромінювання, системами для збору, посилення сигналу і передачі інформації на консоль, пультом керування установкою, комп'ютером для обробки та збереження інформації (консоль оператора); встановити як налаштування складових частин комп'ютерного томографа впливають на якість візуалізації; вивчити особливості роботи та визначити вплив на візуалізацію детекторів, коліматорів джерела та коліматорів детекторів.	4
11	Основи методу магнітно-резонансної томографії;	4

	вивчити поняття ядерномагнітного резонансу; розглянути фізичні принципи ядерно-магнітного резонансу; вивчити поняття прецесії та нутації, розглянути основні формули	
12	Вивчити, що лежить в основі візуалізації за допомогою використання ефекту ядерно-магнітного резонансу; знати специфіку поздовжньої (спін-гратчастої) релаксації T1; знати специфіку поперечної (спін-спінової) релаксації T2; знати специфіку поперечної релаксації T2*; розглянути специфіку зображень, що характеризують протонну щільність досліджуваного об'єкта; визначити специфіку T1-зважених зображень, T2-зважених зображень, T2*-зважених зображень	4
13	Вивчити поняття ультразвуку та основні характеристики ультразвукових хвиль; визначити причини втрата інтенсивності ультразвукової хвилі під час її проходженням через тканини тіла; вивчити поняття акустичного опору, формулу його визначення; розглянути основні етапи отримання ультразвукового зображення, визначити специфіку кожного із них; визначити, які існують різновиди ультразвукових пристроїв залежно від способу отримання діагностичної інформації та характеру її відтворення; розглянути специфіку різних типів ультразвукової візуалізації: від одновимірних приладів з індикацією типу А, від одновимірних приладів з індикацією типу М, від двовимірних приладів з індикацією типу В, від приладів на основі ефекту Доплера; вивчити формулу визначення доплеровського зсуву.	4
14	Розглянути основні складові ультразвукового сканера та визначити їх призначення; розглянути різновиди ультразвукових датчиків в залежності від методу формування ультразвукових коливань та формату отриманого зображення на екрані монітора; визначити специфіку ультразвукової візуалізації під час використання лінійних датчиків, секторних датчиків, конвексних датчиків, об'ємних датчиків з одновимірною ґраткою п'єзоелементів, об'ємних датчиків з двовимірною ґраткою п'єзоелементів; знати яке призначення комп'ютера як складової ультразвукового сканера	4
	Разом	60

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних та практичних робіт;

6. Методи навчання

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- самостійна робота (виконання завдань);
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.

7. Методи оцінювання

- екзамен;
- залік;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

1. Ковальський, О. В. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика [Текст] : підручник / О. В. Ковальський, Д. С. Мечев, В. П. Данилевич ; МОЗ України. – [2-е вид.]. – Вінниця : Нова книга, 2017. – 512 с.
2. Обробка медичних зображень. Робота з даними та алгоритми для медичної візуалізації : метод. вказівки до виконання комп'ютерних практикумів для студ. спец. 122 «Комп'ютерні науки» спец. «Інформаційні технології в біології та медицині» / Уклад.: С. М. Алхімова. – К.: Вид-во «Політехніка», КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 40 с.
3. Веселовська, Г. В. Комп'ютерна графіка: навч. посіб. для студентів ВНЗ / [Текст] // Г. В. Веселовська, В. Є. Ходаков, В. М. Веселовський; під ред. В. Є. Ходаков. – Херсон : Олді-Плюс, 2017. – 581 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

- Системи відображення в медицині: Навч. посібник для студ., що навч. за напрямком “Акустотехніка” та за спец. “Фізична та біомедична електроніка” / В. Г.Абакумов, О.І.Рибін, Й.Сватош, Ю.С.Синєкоп. – К. : ТОО “ВЕК +”, 1999. – 316 с.
2. Абакумов, В. Г. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг. / Абакумов В. Г., Рибін О. І., Сватош Й. – К. : Нора-прінт, 2001. – 516 с.
 3. Козіна, О. А. Комп'ютерні системи медичної діагностики: навч. посібник для студ. напряму “Комп'ютерна інженерія” вищих навч. закл.: у 2 ч. / О.А. Козіна, А.І.Поворознюк, Г.Є.Філатова; Національний технічний ун-т “Харківський політехнічний ін-т”. –Х. : НТУ “ХПІ”, 2007. – Ч. 1. – 224 с.
 4. Методи променевої діагностики : навчальний посібник для студентів / уклад. Н.В. Туманська, К.С. Барська, І.П Джос – Запоріжжя : [ЗДМУ], 2016. – 92 с.
 5. Методи та засоби комп'ютерної реконструктивної томографії : навч. посібник / Б. І. Яворський, Т. М. Рафа. – Тернопіль: ТНТУ, 2010. – 107 с.
 6. Медична апаратура спеціального призначення : навч. посібник / [С. М. Злепко, Л. Г. Коваль, Н.М. Гаврілова та ін]. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 159 с