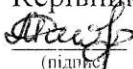


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи
 А. І. Трунова
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

МЕТОДИ МЕДИЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

(назва навчальної дисципліни)

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

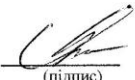
Спеціальність: 163 "Біомедична інженерія"
(код та найменування спеціальності)

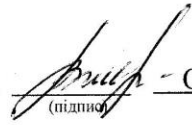
Освітня програма: Біомедична інженерія
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Методи медичної візуалізації»
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»
освітньою програмою «Біомедична інженерія»
«31» серпня 2021 р., – 10 с.
Розробник: Олійник В. П., професор кафедри №502, к.т.н., доцент 
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №502
Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
(назва кафедри)
Протокол № 1 від «31» серпня 2021 р.
Завідувач кафедри д.т.н., професор  - О. В. Висоцька
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (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	Галузь знань <u>16 «Хімічна та біоінженерія»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>163 «Біомедична інженерія»</u> (код та найменування) Освітня програма <u>Біомедична інженерія</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов’язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2020/ 2021
Індивідуальне завдання		Семестр
Загальна кількість годин – 56/150		5-й
		Лекції**
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи студента – 5,875		<u>24</u> години
		Практичні*
		<u>32</u> години
		Лабораторні*
	-	
	Самостійна робота	
	<u>94</u> години	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 56/94.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – надання студентам знань з методів візуального відображення біологічних об'єктів, їх внутрішньої будови та окремих органів які набули поширення в медичній діагностиці.

Завдання – вивчення фізичних основ методів, кількісних співвідношень візуалізації, ознайомлення зі структурою технічних засобів візуалізації.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

- 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 (ІК).
- Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем (ФК3).
- Здатність застосовувати базові знання методів та засобів отримання, обробки, інтерпретації, візуалізації та аналізу біосигналів, біомедичних даних та зображень біологічних об'єктів при розробці та модернізації біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем (ФК12).

Програмні результати навчання (ПРН) відповідно до освітньої програми:

- Здатність застосовувати знання основ математики, фізики, хімії, механіки, електроніки, інформатики, аналізу та обробки сигналів, зображень і даних для реалізації фізіологічних, активних та аналітичних методів медико-біологічних досліджень (ПРН1).
- Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою (ПРН9).
- Надавати рекомендації щодо вибору обладнання для забезпечення проведення діагностики та лікування (ПРН12).
- Вміти застосовувати знання принципів побудови сучасних засобів отримання та обробки сигналів та зображень (ПРН19).

Міждисциплінарні зв'язки: «Фізика», «Біофізика. Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Методи медико-біологічних досліджень»; «Інструментальні засоби для візуалізації біомедичної інформації», «Біометрія».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Загальна структура методів медичної візуалізації. Методи візуалізації ґрунтуються на використанні іонізуючих випромінювань.

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Методи медичної візуалізації».

Характеристика розділів і структури дисципліни. Особливості візуалізації структур біологічних об'єктів. Загальні вимоги до візуальних зображень. Основні характеристики зображень.

ТЕМА 2. Методи отримання проекційних рентгенівських зображень.

Джерела рентгенівського випромінювання. Спектри рентгенівського випромінювання. Поглинання рентгенівських променів біоструктурами. Закони формування тінювих зображень. Методи візуалізації в проекційній рентгенографії. Фотоматеріали

для візуалізації зображень в рентгенівському спектрі. Застосування рентгено- контрастних речовин. Цифрові методи рентгенографії.

ТЕМА 3. Комп'ютерна рентгенівська томографія.

Принципи рентгенівської томографії. Конфігурація комп'ютерного томографа. Детектори рентгенівського випромінювання. Режими сканування, спіральна томографія. Тривимірні реконструкції зображень. Сучасні рентгенівські комп'ютерні томографічні комплекси та їх технічні характеристики.

ТЕМА 4. Методи радіонуклідної візуалізації.

Радіофармацевтичні препарати. Вимоги до властивостей радіонуклідів. Методи отримання сцинтиграфічних зображень. Структура технічних засобів реєстрації сцинтиграм.

ТЕМА 5. Радіонуклідна томографічна візуалізація.

Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія. Особливості отримання зображень. Гамма-томографія. Характеристики гамма-камер поширених конструкцій.

Позитронно-емісійна томографія. Особливості синтезу радіонуклідної компоненти. Методика отримання первинної інформації для візуалізації. Структура ПЕТ системи.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Спеціальні методи візуалізації в медичній діагностиці.

ТЕМА 1. Магніторезонансна томографія.

Ядерний магнітний резонанс як фізична основа візуалізації. Основні блоки та класифікація МР-томографів. Побудова зображення. Основні імпульсні послідовності. Види магніторезонансних зображень. Побудова магнітних систем для ядерної магнітної томографії.

ТЕМА 2. Ультразвукова візуалізація.

Закономірності поширення ультразвукових акустичних хвиль в біологічних середовищах. Формування зображень при різних режимах ехографії. Структура пристроїв для ультразвукових візуальних досліджень. Вплив частоти ультразвукового сканування на якісні показники зображень. Устрій матричних ультразвукових сканерів. Доплерівські методи візуалізації розподілу швидкостей в рухомих біосередовищах.

ТЕМА 3. Візуалізація теплових полів в медицині.

Теплове поле людини і його фізичні характеристики. Температурна топографія тіла людини та методики формування зображень. Структура медичного тепловізора. Приймачі інфрачервоного випромінювання для медичних тепловізорів. Термометрія внутрішніх структур організму в діапазоні надвисоких частот.

ТЕМА 4. Електроімпедансна томографія.

Відмінності електрофізичних характеристик біотканин як основа формування зображень. Структура електроімпедансного томографа. Методика формування вихідних даних для математичних обчислень. Фактори впливу на варіабельність електроімпедансних томографічних зображень. Переваги і недоліки застосування імпедансної візуалізації в медицині.

ТЕМА 5. Газорозрядна візуалізація.

«Ефект Кірліан» і його поширення на візуальну медичну діагностику. Характерні параметри змінних струмів виникнення газового розряду довкола кінцівок. Структура засобів представлення інформаційного зображення. Інтерпретація характеристик газорозрядних зображень для медичної діагностики.

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					
Змістовний модуль 1. Загальна структура методів медичної візуалізації. Методи візуалізації ґрунтуються на використанні іонізуючих випромінювань.					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Методи медичної візуалізації».	10	1	-	-	9
Тема 2. Методи отримання проєкційних рентгеновських зображень.	19	4	6	-	9
Тема 3. Комп'ютерна рентгеновська томографія.	15	2	4	-	9
Тема 4. Методи радіонуклідної візуалізації.	13	2	2	-	9
Тема 5. Радіонуклідна томографічна візуалізація.	15	2	4	-	9
Модульний контроль 1	3	1	-	-	2
Разом за змістовним модулем 1	75	12	16	-	47
Змістовний модуль 2. Спеціальні методи візуалізації в медичній діагностиці.					
Тема 1. Магніторезонансна томографія.	17	4	4	-	9
Тема 2. Ультразвукова візуалізація.	15	2	4	-	9
Тема 3. Візуалізація теплових полів в медицині.	15	2	4	-	9
Тема 4. Електроімідансна томографія.	13	2	2	-	9
Тема 5. Газорозрядна візуалізація.	12	1	2	-	9
Модульний контроль 2	3	1	-	-	2
Разом за змістовним модулем 2	75	12	16	-	47
Усього годин	150	24	32	-	94

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Спектри рентгеновського випромінювання. Розрахунок максимальної частоти гальмівного випромінювання в залежності від анодної напруги на рентгеновській трубці.	2
2	Поглинання рентгеновського випромінювання різними біструктурами. Визначення інтервалу відносного ослаблення рентгеновського випромінювання на виході з об'єкту.	2

3	Використання рентгеноконтрастних речовин в проекційній рентгенографії.	2
4	Просторова роздільна здатність рентгенівських томографічних зображень. Методики та технічні засоби реалізації.	2
5	Вимоги до цифрових пристроїв побудови рентгенівських томографічних зображень. Розрахунок необхідної двійникової розрядності для відтворення інтервалу контрастної чутливості за шкалою Хаунсфілда.	2
6	Типи радіоактивного розпаду радіонуклідів, які застосовуються для сцинтиграфії.	2
7	Детектори-приймачі сцинтиляцій. Устрій та основні структурні елементи Гамма-камери.	2
8	Отримання радіонуклідів для позитронно-емісійної томографії. Структура ПЕТ комплексу.	2
9	Визначення базових частот ядерного магнітного резонансу ядер водню для типових значень магнітної індукції МРТ-томографів.	2
10	Способи радіочастотного збудження і реєстрації релаксаційного сигналу для просторової візуалізації МРТ-зображень.	
11	Провести оціночні розрахунки просторової роздільної здатності ультразвукової візуалізації в залежності від частоти випромінювання.	2
12	Побудувати співставну шкалу швидкостей і частот доплерівського зсуву для медичних досліджень.	2
13	Розрахувати довжини хвиль теплового випромінювання, які відповідають максимуму енергетичної світимості для різних ділянок шкірного покриву організму людини.	2
14	Провести оцінювання здатності поширених медичних тепловізорів візуалізувати динаміку теплових процесів організму людини.	2
15	Визначити кількість рівнянь при заданому числі електродів для системи електроімпедансної візуалізації.	2
16	Побудувати еквівалентну схему проходження струму в засобах газорозрядної візуалізації. Провести кількісну оцінку елементів схеми.	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені навчальним планом.

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до навчальної дисципліни «Методи медичної візуалізації». Основні характеристики зображень.	9
2	Методи отримання проекційних рентгенівських зображень. Фото-матеріали для візуалізації зображень в рентгенівському спектрі.	9
3	Комп'ютерна рентгенівська томографія. Сучасні рентгенівські комп'ютерні томографічні комплекси та їх технічні характеристики.	9
4	Методи радіонуклідної візуалізації. Структура технічних засобів реєстрації сцинтиграм.	9

5	Радіонуклідна томографічна візуалізація. Характеристики гамма-камер поширених конструкцій.	9
6	Магніторезонансна томографія. Побудова магнітних систем для ядерної магнітної томографії.	9
7	Ультразвукова візуалізація. Устрій матричних ультразвукових сканерів.	9
8	Візуалізація теплових полів в медицині. Приймачі інфрачервоного випромінювання для медичних тепловізорів.	9
9	Електроімпедансна томографія. Фактори впливу на варіабельність електроімпедансних томографічних зображень.	9
10	Газорозрядна візуалізація. Інтерпретація характеристик газорозрядних зображень для медичної діагностики.	9
11	Підготовка до модульного контролю (Модуль 1)	2
12	Підготовка до модульного контролю (Модуль 2.)	2
	Разом	94

9. Індивідуальні завдання

Примітка - індивідуальні завдання не передбачені навчальним планом.

10. Методи навчання

Студентоцентроване навчання. Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекція), практичного матеріалу (проведення практичних занять); робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів). Технологія змішаного та дистанційного навчання.

11. Методи контролю

Усне та письмове опитування, захист практичних робіт, модульний контроль, підсумковий контроль, іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання практичних робіт	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання практичних робіт	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох питань, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю балів 30, за кожне) та одно практичне (з максимальною кількістю балів 40). Загальна сума становить 100 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- Основні характеристики візуальних зображень;
- Знати фізичні закономірності що використовуються для утворення інформаційної складової побудови зображень;
- Методи перетворення первинної інформації в зображення які сприймаються зоровим апаратом людини;
- Структури технічних засобів для реалізації поширених методів медичної візуалізації.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- Обирати метод медичної візуалізації в залежності від біологічної чи медичної задачі;
- Розраховувати інформаційні показники поширених методів медичної візуалізації;
- Складати структурні та функціональні схеми технічних засобів для відтворення медичних зображень.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Засвоїти базові методи медичної візуалізації та класифікувати їх за групами. Вміти складати спрощені структурні схеми апаратних засобів для реалізації методів візуалізації.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати практичні роботи в обумовлений викладачем строк, обґрунтувати рішення. Вміти пояснювати фізичні механізми, які лежать в основі методів медичної візуалізації, обґрунтувати структуру технічних засобів для реалізації методів.

Відмінно (90-100). Захистити всі практичні роботи з максимальною оцінкою. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх положення. Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Розраховувати інформаційні показники поширених методів медичної візуалізації. Вміти складати детальні структурні схеми апаратних засобів для реалізації методів медичної візуалізації.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	
90 – 100	Відмінно	
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	

13. Методичне забезпечення

Навчальні посібники:

1. Олійник В.П. Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами [Текст] : навч. посіб. / В. П. Олійник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 72 с. ISBN 978-966-662-730-1
2. Олійник, В. П. Апаратні методи досліджень в біології та медицині [Текст] : навч. посіб. / В. П. Олійник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 112 с. ISBN 978-966-662-802-5
3. Медична і біологічна фізика: Навчальний посібник для студентів спеціальності 222 «Медицина»/ Е.І. Сливко, О.З. Мельнікова, О.З.Іванченко, Н.С. Біляк. - Запоріжжя, 2018.- 291 с.
4. Методи променевої діагностики : навчальний посібник для студентів / уклад. Н.В. Туманська, К.С. Барська, І.П. Джос – Запоріжжя : [ЗДМУ], 2016. – 92 с.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни
<http://k502.khai.edu>; <https://mentor.khai.edu/>

14. Рекомендована література

Базова

1. Медична апаратура спеціального призначення : навчальний посібник [Текст] / С. М. Злепко, Л. Г. Коваль, Н. М. Гаврілова та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 160 с.
2. Методи та засоби комп'ютерної реконструктивної томографії: навчальний посібник [Текст]/ Б. І. Яворський, Т. М. Рафа. – Тернопіль: ТНТУ, 2010. – 107 с.
3. Мустецов Т.М. Теорія біотехнічних систем: навчальний посібник [Текст]/ Т. М. Мустецов, А. С. Нечипоренко. Х.: ХНУ імені Каразіна, 2015. – 188 с.
4. Основи біомедичного радіоелектронного апаратобудування: навчальний посібник [Текст] / С. М. Злепко, С. В. Павлов, Л. Г. Коваль, та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 134 с.

Допоміжна

1. Физика визуализации изображений в медицине: В 2 т. Пер. с англ. [Текст] / под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991. (The Physis of Medical Imaging / Edited by Steve Webb. Adam Hilger, Publisher:Bristol; Philadelphia: Hilger, 1988).
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика [Текст]. / А.Н. Ремизов - М.: Высш. Школа, 1987. – 656 с.
3. Медицинские приборы: Разработка и применение [Текст]. / Авт. Кол.:Джон В. Кларк мл., Майкл Р Ньюман, Валтер Х. Олсон и др.; Ред. Джон Г. Вебстер. – К.: Медторг, 2004. – 620 с.
4. Олейник В.П. Диагностические и терапевтические системы и аппараты [Текст]: Учеб. пособие по лабораторному практикуму. / В.П. Олейник, С.Н. Кулиш, М.А. Басараб. – Х.; ХАИ, 1997. – 56 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k502.khai.edu>