

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комп'ютерний експеримент та обробка медичних зображень

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	бакалавр
освітня програма	Електроніка та інформаційні технології в медицині
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач:

Веремій Юлія Петрівна, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри медичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

Розробник:

Веремій Юлія Петрівна, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри медичної радіофізики

_____ Сергій РАДЧЕНКО

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – полягає у ознайомленні студентів з сучасними методами візуалізаційних технологій *in vivo* в медицині, обробки медико-біологічних зображень, надання практичних навичок із використання методів просторової фільтрації, виділення і розпізнавання різноманітних діагностичних об'єктів. Застосування комп'ютерного оброблення одержаних зображень дає змогу детальніше проаналізувати картину, передати її в числових характеристиках, які можуть слугувати доповненням до якісної оцінки цих віртуальних зрізів та відображати незначні зміни в кількісному еквіваленті. Автоматизація процесів оброблення зображень і дослідження їх параметрів прискорює діагностику захворювань.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни “Комп'ютерний експеримент та обробка медичних зображень” є продовженням курсу “Технології обробки й аналізу діагностичних даних” та доповнює цикл професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр”, спирається на знання, отримані в курсах “Оптика”, “Комп'ютерний експеримент”, “Чисельні методи”, “Коливання і хвилі”, “Атомна та ядерної фізика”.

Попередні вимоги:

Студент повинен знати: основні закони, рівняння і співвідношення геометричної та хвильової оптики, теорію ймовірності, основи атомної та ядерної фізики,

Студент повинен вміти: здійснювати постановку фізичних задач, ідентифікувати практично доцільні підходи до їхнього вирішення та використовувати необхідні в кожному конкретному випадку математичні методи, мати навички з комп'ютерного моделювання, якісно та кількісно аналізувати вплив параметрів системи на результат, оцінювати важливість ознак зображення виходячи з його призначення.

3. Анотація навчальної дисципліни:

На сучасному етапі розвитку діагностики закономірним є розвиток візуалізаційних технологій *in vivo*, перевагами яких над іншими методами дослідження є візуалізація процесу, що значно спрощує прийняття медичних картин, дає змогу глибше вивчати та аналізувати одержані зображення, можливість констатації унікальних мікрозмін для прогнозування станів пацієнтів.

Але більшість медичних зображень, отриманих, наприклад, дистанційним зондуванням, електронною мікроскопією, ультразвуковими приладами та іншими є розмитими і слабоконтрастними внаслідок неможливого досягнення повної фіксації об'єкта дослідження та пульсації кров'яного потоку, мають нерівномірний фон, а також містять різного роду шуми. Тому для оброблення та аналізу такої інформації необхідно забезпечити високу візуальну якість і ефективність попереднього оброблення досліджуваного зображення, яка може бути отримана за допомогою сучасних методів підвищення різкості, виділення контурів і границь.

Медико-біологічні зображення мають різну фізичну природу. Їх по різному може сприймати людина-оператор чи автоматизована система. Тому важливим завданням є адаптація процесу оброблення зображення до конкретного користувача, тобто до вузької задачі, яку розв'язує споживач інформації. Часто недостатньо представити спостерігачу об'єкт за допомогою ідеальної системи відображення, оскільки необхідна інформація для аналізу зображення з метою пошуку та ідентифікації об'єктів, визначення різного роду кількісних характеристик може бути проявлено тільки в результаті цифрового оброблення. Тому на перший план виходить попереднє оброблення отриманих зображень медико-біологічних об'єктів, яка вимагає покращення самого зображення, виділення скритих об'єктів, визначення їх геометричних розмірів.

Знання та навички, отримані в даній дисципліні можуть використовуватися під час підготовки випускної кваліфікаційної роботи бакалавра, а також вивчення дисциплін освітньої програми «Біомедична фізика, інженерія та інформатика» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

1. Надати основні відомості курсу «Комп'ютерний експеримент та обробка медичних зображень», які складають важливу частину загально-наукової підготовки студента за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».
2. Освоїти основні аспекти практичної діяльності з виділення діагностичної інформації з зображень та покращення їх візуальних характеристик.
3. Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у студентів аналітичне мислення та науковий підхід.
4. Вміти використовувати отримані знання в галузі інформаційних технологій, сучасних комп'ютерних мереж, програмних продуктів і ресурсів Інтернет для вирішення завдань професійної діяльності, у тому числі, що знаходяться за межами профільної підготовки
5. Навчити практично застосовувати на основі використання готового програмного забезпечення та самостійного програмування отримані знання для покращення візуалізації зображень, виділення класифікаційних та діагностичних ознак (сегментації, алгоритмізації розрахунку текстурних та контурних ознак, тощо); виходячи з поставленої задачі та специфіки заданого класу зображення правильно вибирати методи обробки, коректно реалізовувати відповідні алгоритми.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

- коди, назви компетентностей із переліку компетентностей в описі освітньої програми

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 12. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК 13. Здатність працювати автономно.

ЗК 14. Навички здійснення безпечної діяльності.

ФК 3. Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.

ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження.

ФК 5. Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.

ФК 6. Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту.

ФК 7. Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії комп'ютерних технологій.

ФК 9. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ФК 10. Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	знати:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
1.1	Основні поняття цифрової обробки зображень. Аспекти практичної діяльності з обробки медико-біологічних зображень	лекція	МКР	2
1.2	Основні методи та специфіку отримання медичних зображень.	лекція	МКР	3
1.3	Фізичні причини обмеження якості зображення при його записі та введенні до	лекція	МКР	8

	комп'ютера			
1.4	Специфіку процесів візуалізації медико-біологічних зображень	лекція	МКР	5
1.5	Опис математичних моделей і відповідних методів фільтрації зображень, підвищення різкості і виділення контурів.	лекція	МКР	8
1.6	Аналіз особливостей виникнення шумів на цифрових зображеннях, отриманих за допомогою сучасної медичної апаратури.	лекція	МКР	5
1.7	Вимоги до характеристик ЕОМ в системах медичної візуалізації	лекція	МКР	5
2	вміти:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
2.1	Застосовувати основні відомості курсу у науковій діяльності	лекція	МКР	15
2.2	Визначати експериментальну методику, застосування якої є найбільш доцільним для вирішення конкретної дослідницької задачі	лекція	МКР	15
3	комунікація:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
3.1	Володіти професійними знаннями для аналізу і синтезу фізичної інформації щодо цифрової обробки зображень.			
3.2	Вміти обговорювати та знаходити рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проектів.	лекція	МКР	3
3.3	Здатність до командної роботи у великих науково-дослідницьких проектах	лекція	МКР	2
4	автономність та відповідальність:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
4.1	Вміти вибирати методи та інструментальні засоби виходячи з поставленої задачі та специфіки заданого класу зображення правильно вибирати методи обробки, коректно реалізовувати відповідні алгоритми.	лекція	МКР	3
4.2	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв'язання поставленої перед студентом науково-дослідницької задачі	лекція	МКР	2

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Код													
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2
Програмні результати навчання (назва)														
ПРН 1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.	+		+	+	+	+		+	+					+
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.		+					+			+	+		+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.10 [знання] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1-3.2 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання:

- **семестрове оцінювання:** Навчальний семестр має два змістовні модулі. Після завершення лекцій №7 та №14 проводяться письмові модульні контрольні роботи. Протягом семестра студенти мають виконати 5 лабораторних робіт. Обов'язковим для допуску до заліку є: написання модульних контрольних робіт та вонання лабораторних робіт з кількістю балів не менше 20.
- **підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма заліку – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається з 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за залік не може бути меншою **24 бали**.
- **умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до заліку обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min. – 20	Max. – 60
Модульна контрольна робота 1	4	10
Модульна контрольна робота 2	4	10
Лабораторна робота 1	3	8
Лабораторна робота 2	3	8
Лабораторна робота 3	2	8
Лабораторна робота 4	2	8
Лабораторна робота 5	2	8

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	жовтень
Модульна контрольна робота 2	листопад
Добір балів/додаткова контрольна робота	грудень
Залік	грудень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі заліку:

Значення	Змістовні модулі	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Credited	60-100%
Не зараховано / Not credited	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
1	Вступ. Медико-біологічні задачі, що розв'язуються за допомогою візуалізації.	2	–	4
2	Аналіз типових задач оброблення медико-біологічних зображень.	2	–	4
3	Введення зображення до комп'ютера	2	–	4
4	Виділення діагностичної інформації з зображень	2	–	4
5	Математичні основи процесів формування та обробки зображень	2	–	4
6	Аналіз особливостей виникнення шумів на цифрових зображеннях, отриманих за допомогою сучасної медичної апаратури.	2	6	4
7	Методи виділення контурів медико-біологічних зображень.	2	6	5
8	Методи підвищення різкості зображення	2	6	5
9	Фільтрація медико-біологічних зображень	2	6	5
10	Сегментація медико-біологічних зображень	2	4	5
11	Ультразвукова діагностика	2	–	5
12	Отримання ЯМР-зображень з просторовою локалізацією	2	–	5
13	Фізичні проблеми отримання зображень за допомогою ІЧ-випромінювання	2	–	4
14	Візуалізація тканини по розподілу електричного імпедансу. Отримання зображень методом діафанографії	2	–	4
Всього		28	28	62

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
 Лекції **28** год.
 Консультації **2** год.
 Лабораторні роботи **28** год.
 Самостійна робота **62** год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. Ратушний П. М. Методи обробки біологічних зображень / Ратушний П. М., Білинський Й. Й. // Тези студентських доповідей. ВНТУ. – 2004. – С. 171.
2. Аналіз сучасних методів візуалізації даних в неврології і нейрохірургії з точки зору їх діагностичної цінності / [Злепко С. М., Белоусова О. В., Белзецький Р. С., Аль-Адемі Я. Т.] // Оптикоелектронні інформаційно-енергетичні технології. – № 1. – 2010. – С. 134–137.
3. Transactions on Image Processing. 22 Jain, A. K., «Advances in mathematical models for image processing», Proceeding of the IEEE, vol. 69, no. 5., P. 502–528.
4. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing: Prentice Hall, 2002. – 813 p.
5. Методи та система оброблення слабоконтрастних зображень для оцінювання показників мікрокапілярів кінцівок людини : монографія / Й. Й. Білинський, П. М. Ратушний. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 122 с.
6. Havelock D. I. Geometric precision in noise-free digital images / Havelock D. I. // IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. – 1989. Vol. 11, № 10. – P. 1065–1075.
7. Білинський Й. Й. Сучасні технічні методи діагностики опорно-рухового апарату людини / Й. Й. Білинський, Є. М. Коваленко, В. М. Коваленко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – № 3. – С. 140–144.
8. Konishi, A. L. A Statistical Approach to MultiScale Edge Detection / Konishi, A. L., Yuille J. M., Coughlan // Proc. Workshop Generative-Model-Based Vision : GMBV, 2002.
9. Білинський Й. Й. Класифікація методів крайового детектування зображень / Білинський Й. Й. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2007. – № 1. – С. 161–169.

Додаткові джерела:

1. Муравський Л. І. Інструментальна похибка вимірювання геометричних параметрів тінювих зображень в оптико-цифровій системі // Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів – 2001. – Вип. 6. – С. 202–207.
2. Медицинские приборы: Разработка и применение / [Джон В. Кларк, Майкл Р. Ньюман, Валтер Х. и др.] ; Редю Джон Г. Вебстер. – К. : Медторг, 2004. – 620 с.
3. Threedimensional optical profilometry for artwork inspection / [Schirripa Spagnolo G., Guattari G., Sapia C., Ambrosini D. et al.] // J. Opt. A: Pure Appl. Opt. – 2000. – V. 2. – P. 353–361.
4. Surrel J. The fringe projection technique for shape acquisition of live biological objects / Surrel J., Surrel Y. // J. Opt. 1998. – V. 29. – P. 6–13.
5. Білинський Й. Й. Субпіксельне вимірювання геометричних параметрів сегментних елементів зображення / Білинський Й. Й. // Методи та прилади контролю якості. – 2007. – Вип. 19. – С. 35–39.
6. Ратушний П. М. Комп'ютерна система виділення контуру слабоконтрастних цифрових зображень // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування: Вінниця 2009. – С. 59–60.