Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра комп'ютерної фізики

"**ЗАТВЕРДЖУЮ**"

Директор навчально-наукового інституту
комп'ютерної фізики та енергетики
_____ Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА
"28" серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

R-ФУНКЦІЇ В МОДЕЛЮВАННІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	«Комп'ютерна фізика»
вид дисципліни	обов`язкова

навчально – науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

28 серпня 2024 року, протокол № 8/24

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:
Овчаренко Антон Ігорович, старший викладач кафедри комп'ютерної фізики,

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від 28 серпня 2024 року № 8/24

Завідувач кафедри комп'ютерної фізики

_____ Костянтин НЄМЧЕНКО
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерна фізика»:

Гарант освітньої програми «Комп'ютерна фізика».

_____ Світлана РОГОВА
(підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від 28 серпня 2024 року № 8/24

Голова науково-методичної комісії
навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Денис ПРОТЕКТОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «R-функції в моделюванні геометричних об’єктів» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Комп’ютерна фізика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни “ R-функції в моделюванні геометричних об’єктів ” є дослідження фізичних явищ або процесів за допомогою відповідних математичних моделей.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни “ R-функції в моделюванні геометричних об’єктів ” є реалізація можливостей математичного моделювання за допомогою теорії R-функцій.

1.3. Кількість кредитів — 4

1.4. Загальна кількість годин — 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / обов’язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
48 год.	год.
Самостійна робота	
40 год.	год.
в тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати :

метод R-функцій в математичному моделюванні геометричних об’єктів та фізичних полів; варіаційні та проекційні методи; систему ПОЛЕ.

вміти :

застосовувати отримані знання на практиці при проведенні багатоваріантних обчислювальних експериментів.

Програмні результати навчання за освітньою програмою:

1. Р02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

2. Р04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

3. Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Функції неперервних аргументів з логічними властивостями.

Тема 1. Конструктивні засоби математики.

Математичне моделювання — ядро інформаційних технологій. Математичні моделі фізичних полів. Конструктивні засоби математики.

Тема 2. Описове і формальне визначення R-функцій.

Описове і формальне визначення R-функцій. Логічні, алгебраїчні і диференціальні властивості достатньо повних систем R-функцій.

Тема 3. R-функції в аналітичній геометрії.

R-функції в аналітичній геометрії. Пряма і обернена задачі аналітичної геометрії. Конструктивні засоби для розв'язання оберненої задачі аналітичної геометрії. Складний геометричний об'єкт і його аналітичний опис. Предикатне завдання геометричних об'єктів. Основна теорема про перехід від предикатних рівнянь геометричних об'єктів до функціонального (основна теорема теорії R-функцій).

Розділ 2. **Нормальні і нормалізовані рівняння геометричних об'єктів**.

Тема 4. Методи побудови нормалізованих функцій геометричних об'єктів.

Методи побудови нормалізованих функцій геометричних об'єктів. Аналіз достатньо повних систем R-функцій, що зберігають нормалізованість.

Тема 5. Ділянки границь ГО і їхні нормалізовані рівняння.

Ділянки границь ГО і їхні нормалізовані рівняння. Рівняння області.

Тема 6. Застосування R-функцій до побудови нормалізованих рівнянь геометричних об'єктів, які мають симетрію.

Застосування R-функцій до побудови нормалізованих рівнянь геометричних об'єктів, які мають симетрію. Побудова рівнянь геометричних об'єктів із симетрією трансляції уздовж прямої. Побудова рівнянь геометричних об'єктів із точковою симетрією циклічного типу. Порівняльні оцінки витрат комп'ютерного часу при використанні класичної і нової методик.

Розділ 3. Математичні моделі фізико-механічних полів — крайові задачі математичної фізики.

Тема 7. Крайові задачі математичної фізики.

Крайові задачі математичної фізики.Аналітична і геометрична інформація, яка присутня у постановках крайових задач. Продовження граничних умов усередину області.

Тема 8. Загальні і часткові структури розв'язків основних типів крайових задач.

Загальні і часткові структури розв'язків основних типів крайових задач. Урахування умов на границях середовищ з різними фізичними характеристиками. Урахування особливостей і апріорної інформації для побудови структур "кращої якості". Геометричні і фізичні параметри. Багатопараметричні сімейства структур.

Тема 9. Методи відшукання невизначених компонент.

Методи відшукання невизначених компонент, аппроксимаційні засоби (поліноми, сплайни).

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів 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	1	11	12	13
Розділ 1. Функції неперервних аргументів з логічними властивостями.												
Тема 1. Конструктивні засоби математики.	10	2		4		4						
Тема 2. Описове і формальне визначення R-функцій.	12	4		4		4						
Тема 3. R-функції в аналітичній геометрії.	14	4		6		4						
Разом за розділом 1	36	10		14		12						
Розділ 2. Нормальні і нормалізовані рівняння геометричних об'єктів.												
Тема 4. Методи побудови нормалізованих функцій геометричних об'єктів.	14	4		6		4						
Тема 5. Ділянки границь ГО і їхні нормалізовані рівняння.	14	4		6		4						
Тема 6. Застосування R- функцій до побудови нормалізованих рівнянь геометричних об'єктів, які мають симетрію.	16	4		6		6						
Разом за розділом 2	44	12		18		14						
Розділ 3. Математичні моделі фізико-механічних полів — крайові задачі математичної фізики.												
Тема 7. Крайові задачі математичної фізики.	10	2		4		4						
Тема 8. Загальні і часткові структури розв’язків основних типів крайових задач.	12	4		4		4						
Тема 9. Методи відшукання невизначених компонент.	18	4		8		6						
Разом за розділом 3	40	10		16		14						

Усього годин	120	32		48		40						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова предикатних рівнянь границь областей.	8
2	Побудова нормалізованих опорних функцій та нормалізованих рівнянь границь областей.	12
3	Побудова нормалізованих рівнянь ділянок границь областей.	6
4	Побудова структур розв'язків та функціоналів за методом Рітца.	8
5	Побудова структур розв'язків та функціоналів за методом найменших квадратів.	6
	Разом	48

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Застосування R-функцій до побудови нормалізованих рівнянь геометричних об'єктів в 3D. *Розглянути методи побудови нормалізованих рівнянь поверхонь тіл обертання. Розібрати підхід до побудови геометричних об'єктів у 3D з 2D. Побудова рівнянь об'єктів, закручених вздовж осі z за деяким законом. Загальна методика побудови рівнянь геометричних об'єктів у 3D з 2D.* *(Див. R-функции в математическом моделировании геометрических* *объектов и физических полей / К.В.Максименко-Шейко // Харьков: ИПМаш НАН Украины, 2009. — С. 117-133)*	10
2	Метод стандартних примітивів в 2D і 3D. *Розглянути автоматизовану побудову предикатних рівнянь геометричних об'єктів зі стандартних примітивів.* *(Див. R-функции в математическом моделировании геометрических объектов и физических полей / К.В.Максименко-Шейко // Харьков:* *ИПМаш НАН Украины, 2009. — С. 133-140)*	10
3	Трансляція геометричних об'єктів на відрізку прямої. *Розібрати підходи до побудови рівнянь геометричних об'єктів з симетрією трансляції на відрізку прямої. Вияснити відмінності цього підходу від трансляції уздовж всієї прямої.* *(Див. R-функции в математическом моделировании геометрических объектов и физических полей / К.В.Максименко-Шейко // Харьков: ИПМаш НАН Украины, 2009. — С. 73-90)*	10
4	Трансляція геометричних об'єктів на ділянці дуги. *Розібрати підходи до побудови рівнянь геометричних об'єктів з симетрією трансляції на ділянці дуги. Вияснити відмінності цього підходу від трансляції по колу.* *(Див. R-функции в математическом моделировании*	10

	геометрических объектов и физических полей / К.В.Максименко-Шейко // Харьков: ИПМаш НАН Украины, 2009. — С. 91-104)	
	Разом	40

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Методи контролю

На заняттях – опитування. По закінченні розділу – усний контроль. Протягом семестру — 1 контрольна робота. Форма підсумкового контролю знань — екзамен.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання												Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9					
2	6	6	6	7	7	7	7	7	5		60	40	100

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Нарахування балів при поточному контролі.

2(3) бал – робота в аудиторії
3(4) бали – усний контроль.

Критерії оцінювання відповідей на контрольній роботі

Контрольне завдання (5 балів)
Наявність відповіді – 2 бал
Правильність відповіді – 2 бал
Відсутність помилок в розрахунках – 1 бал

Мінімальна кількість балів для допуску студента до підсумкового іспиту становить – **20 балів**.

Критерії оцінювання відповідей на підсумковій роботі

Питання 1 – теоретичне питання (10 балів)
Відсутність помилок в теоретичній частині – 2 бал
Коректність викладок – 3 бал
Послідовність викладок – 2 бал
Логічність викладок – 3 бал
Питання 2 дослідницька задача. (15 балів)
Наявність відповіді – 1 бал
Коректність викладок – 2 бал
Логічність викладок – 1 бал
Коректність визначень – 1 бал
Повнота відповіді – 1 бал
Правильність відповіді – 2 бал
Наявність графічного відображення – 2 бал
Знання цілей задачі – 1 бал
Відсутність помилок в розрахунках – 2 бал
Відсутність помилок в теоретичній частині – 2 бал

Питання 3 – дослідницька (15 балів)

Наявність відповіді	– 1 бал
Коректність викладок	– 2 бал
Логічність викладок	– 1 бал
Коректність визначень	– 1 бал
Повнота відповіді	– 1 бал
Правильність відповіді	– 2 бал
Наявність графічного відображення	– 2 бал
Знання цілей задачі	– 1 бал
Відсутність помилок в розрахунках	– 2 бал
Відсутність помилок в теоретичній частині	– 2 бал

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Rumpf, Raymond C. Electromagnetic and Photonic Simulation for the Beginner: Finite-Difference Frequency-Domain in MATLAB®. Artech House, 2022.

Допоміжна література

1. Taflove, A., & Hagness, S. C. (2005). Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method (3rd ed.). Artech House.
2. Sheng, X., & Liu, Q. H. (2016). Finite Difference Frequency Domain Methods for Electromagnetic Waves. CRC Press.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Computational electromagnetism lectures: https://www.youtube.com/playlist?list=PLLYQF5WvJdJVmCm4cDrKmek6cDJZWVomk