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

«___» _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИАЛІНИ

ВСТУП ДО ТЕОРІЇ R-ФУНКЦІЙ

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	«Прикладна фізика енергетичних систем»
вид дисципліни	вибіркова
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

2023 / 2024 навчальний рік

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

28 серпня 2023 року, протокол № 8/23

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:
Немченко Костянтин Едуардович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри комп'ютерної фізики

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від 28 серпня 2023 року № 8/23

Завідувач кафедри комп'ютерної фізики

_____ Костянтин НЄМЧЕНКО
(підпис)

Програму погоджено з гарантами освітніх програм:

Гарант освітньої програми «Прикладна фізика енергетичних систем».

_____ Руслан СУХОВ
(підпис)

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

Протокол від 28 серпня 2023 року № 8/23

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

_____ Денис ПРОТЕКТОР
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Вступ до теорії R-функцій» складена відповідно до освітньо-професійних програм підготовки «Прикладна фізика енергетичних систем» 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 «Вступ до теорії R-функцій» є дослідження фізичних явищ або процесів за допомогою відповідних математичних моделей.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Вступ до теорії R-функцій» є реалізація можливостей математичного моделювання за допомогою теорії R-функцій.

1.3. Кількість кредитів — 10

1.4. Загальна кількість годин — 300

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й, 8-й	-й
Лекції	
44 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
22 год.	год.
Лабораторні заняття	
44 год.	год.
Самостійна робота	
190 год.	год.
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. Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв’язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

2. Р02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.
3. Р04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.
4. Р17. Розуміння обмеження чисельних методів, включаючи помилки наближення, помилки округлення та обмеження щодо застосування конкретних алгоритмів

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	10	11	12	13
1-й семестр												
Розділ 1. Функції неперервних аргументів з логічними властивостями.												
Тема 1. Конструктивні засоби математики.	22	2	2	2		16						
Тема 2. Описове і формальне визначення R-функцій.	28	4	4	4		16						
Тема 3. R-функції в аналітичній геометрії.	36	6	6	6		18						
Разом за розділом 1	86	12	12	12		50						
Розділ 2. Нормальні і нормалізовані рівняння геометричних об'єктів. Частина 1												
Тема 4. Методи побудови нормалізованих функцій геометричних об'єктів.	28	4	4	4		16						
Тема 5. Ділянки границь ГО і їхні нормалізовані рівняння.	39	6	6	6		18						
Разом за розділом 2.1	64	10	10	10		34						
Усього годин	150	22	22	22		84						
2-й семестр												
Розділ 2. Нормальні і нормалізовані рівняння геометричних об'єктів. Частина 2												
Тема 6. Застосування R-функцій до побудови нормалізованих рівнянь геометричних об'єктів, які мають симетрію.	34	4		4		26						
Разом за розділом 2.2	34	4		4		26						
Розділ 3. Математичні моделі фізико-механічних полів — крайові задачі математичної фізики.												
Тема 7. Крайові задачі математичної фізики.	38	6		6		26						
Тема 8. Загальні і часткові структури розв’язків основних типів крайових задач.	38	6		6		26						
Тема 9. Методи відшукання невизначених компонент.	40	6		6		28						
Разом за розділом 3	116	18		18		80						
Усього годин	150	22		22		106						

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання рівноваги тороїдальної плазми за допомогою методу R-функцій.	2
2	Моделювання скалярних полів за вибором в гвинтовій системі координат.	4
3	Моделювання розподілу електричного потенціалу в скрученому провіднику.	6
4	Моделювання течії нестисливої в'язкої рідини по скручених трубах.	4
5	Моделювання розподілу температури під час течії нестисливої в'язкої рідини по скручених трубах.	6
Разом		22

6. 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.	8
3	Побудова нормалізованих рівнянь ділянок границь областей.	10
4	Побудова структур розв'язків та функціоналів за методом Рітца.	8
5	Побудова структур розв'язків та функціоналів за методом найменших квадратів.	10
	Разом	44

7. 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)*	46
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)*	48
3	Трансляція геометричних об'єктів на відрізку прямої. *Розібрати підходи до побудови рівнянь геометричних об'єктів з симетрією трансляції на відрізку прямої. Виявити відмінності цього підходу від трансляції уздовж всієї прямої.*	48

	(Див. R-функции в математическом моделировании геометрических объектов и физических полей / К.В.Максименко-Шейко // Харьков: ИПМаш НАН Украины, 2009. — С. 73-90)	
4	Трансляція геометричних об’єктів на ділянці дуги. *Розібрати підходи до побудови рівнянь геометричних об’єктів з симетрією трансляції на ділянці дуги. Виявити відмінності цього підходу від трансляції по колу.* *(Див. R-функции в математическом моделировании геометрических объектов и физических полей / К.В.Максименко-Шейко // Харьков: ИПМаш НАН Украины, 2009. — С. 91-104)*	48
	Разом	190

8. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

9. Методи контролю

На заняттях – опитування. По закінченні розділу – усний контроль. Протягом семестру — 1 контрольна робота на кожний семестр. Форма підсумкового контролю знань — екзамен в обох семестрах.

10. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання											Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
1-й семестр												
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	20	60	40	100
8	8	8	8	8								
2-й семестр												
					10	10	10	10	20	60	40	100

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

1. **Поточне оцінювання.**

Робота в аудиторії та самостійна робота:

Тема 1:

Правильність відповіді	2 бал
Знання цілей задачі	2 бал

Тема 2-9:

Відсутність помилок в розрахунках	2 бали
Правильність відповіді	2 бали
Знання цілей задачі	2 бали

2. **Заключне оцінювання – 40 балів за іспит**

Питання 1 (20 балів)

Відсутність помилок в теоретичній частині – 5 балів

Коректність викладок – 3 бали
Послідовність викладок – 3 бали
Логічність викладок – 3 бали
Наявність практичних прикладів - 6 балів

Питання 2 (20 балів)
Наявність відповіді – 5 балів
Правильність відповіді – 3 бали
Відсутність помилок в розрахунках – 3 бали
Логічність викладок – 3 бали
Наявність практичних прикладів - 6 балів

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. Теорія R-функцій та деякі її додатки / В.Л.Рвачов // Київ: Наук. думка, 1982.
2. R-функції в математичному моделюванні геометричних об'єктів та фізичних полів / К.В.Максименко-Шейко // Харків: ІПМаш НАН України, 2009.

Допоміжна література

1. Некласичні двоїсті методи вирішення крайових завдань / Кощій А.Ф., Ропавка О.І. // Харків, МСУ, 2011.
2. Воробйов Ю.С., Шор Б.Ф. Теорія закручених стрижнів. -К., Наук.думка, 1983.

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

1. Конструктивні засоби математичного моделювання та їхні застосування. Частина 1. Метод R-функцій в математичному і комп’ютерному моделюванні фізичних полів. Методичні вказівки для студентів III-IV курсів фізико-енергетичного факультету / Т.І.Шейко, К.В.Максименко-Шейко // Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2007. — 52 с.