

Національна академія наук України

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА
ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ R-ФУНКЦІЙ**

галузь знань **11 «Математика та статистика»**

спеціальність **113 «Прикладна математика»**

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою ІПМаш НАН України 18 жовтня 2018 року, протокол № 10.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Максименко-Шейко К.В., учений секретар, д-р техн. наук, ст. наук. співр.

Програму схвалено на засіданні відділу математичного моделювання та оптимального проектування від 5 вересня 2018 року, протокол № 2.

Завідувач відділу математичного моделювання та оптимального проектування



(підпис)

чл.-кор. НАНУ Стоян Ю.Г.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-технічною проблемною радою «Математичне моделювання. Механіка деформівного твердого тіла. Динаміка та міцність машин».

Протокол № 5 від 6 вересня 2018 року.

Голова НТПР



(підпис)

чл.-кор. НАНУ Стоян Ю.Г.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Математичне моделювання геометричних об’єктів та фізичних полів з використанням R-функцій” складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни “Математичне моделювання геометричних об’єктів та фізичних полів з використанням R-функцій” є дослідження фізичних явищ або процесів за допомогою відповідних математичних моделей.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни “Конструктивні засоби математичного моделювання та їх застосування” є реалізація можливостей математичного моделювання за допомогою теорії R-функцій.

1.3. Кількість кредитів — 2

1.4. Загальна кількість годин — 60

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Нормативна	
Вид підсумкового контролю — екзамен	
Рік підготовки	1-й
Семестр	2-й
Лекції	30 год.
Практичні, семінарські заняття	__ год.
Лабораторні заняття	__ год.
Самостійна робота	30 год.
Індивідуальні заняття	__ год.

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти повинні досягти таких результатів навчання:

знати :

основні математичні моделі гідродинаміки, магнітної гідродинаміки, електростатики, теплофізики; метод R-функцій в математичному моделюванні геометричних об’єктів та фізичних полів; варіаційні та проєкційні методи; систему ПОЛЕ.

вміти :

застосовувати отримані знання на практиці при проведенні багатоваріантних обчислювальних експериментів, при вивченні закономірностей розподілу фізичних полів в деяких об’єктах енергетики.

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 відшукування невизначених компонент.

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

Розділ 4. Математичні моделі гідродинамічних полів.

Тема 10. Математичне і комп'ютерне моделювання фізичних полів.

Математичне і комп'ютерне моделювання фізичних полів. Фізичні закони \Rightarrow математичні моделі \Rightarrow методи розв'язання \Rightarrow алгоритми \Rightarrow програми \Rightarrow комп'ютерні моделі. Обчислювальний експеримент. Автоматизовані програмуючі системи ПОЛЕ для розв'язання крайових задач математичної фізики. Вхідна мова.

Тема 11. Математичні моделі гідродинамічних полів.

Математичні моделі гідродинамічних полів. Рівняння Нав'є-Стокса. Ламінарна течія в циліндричних трубах складного поперечного перерізу.

Розділ 5. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.

Тема 12. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.

Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів. Задачі електростатики з розривними граничними умовами.

Тема 13. Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі.

Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі. Електромагнітні витратоміри. Основне рівняння теорії електромагнітного витратоміра.

Розділ 6. Математичне моделювання температурних полів.

Тема 14. Математичне моделювання температурних полів радіоелектронної апаратури.

Математичне моделювання температурних полів. Задачі забезпечення теплових режимів радіоелектронної апаратури.

Тема 15. Математичне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах.

Математичне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах.

Тема 16. Поля в ґратках ТВЕЛів.

Фізичні поля в ґратках ТВЕЛів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		Л	П	лаб	інд	Ср
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Функції неперервних аргументів з логічними властивостями.						
Тема 1. Конструктивні засоби математики.	2	1				1
Тема 2. Описове і формальне визначення R-функцій.	4	2				2
Тема 3. R-функції в аналітичній геометрії.	4	2				2
Разом за розділом 1	10	5				5
Розділ 2. Нормальні і нормалізовані рівняння геометричних об'єктів.						
Тема 4. Методи побудови нормалізованих функцій геометричних об'єктів.	4	2				2
Тема 5. Ділянки границь ГО і їхні нормалізовані рівняння.	4	2				2
Тема 6. Застосування R-функцій до побудови нормалізованих рівнянь геометричних об'єктів, які мають симетрію.	4	2				2
Разом за розділом 2	12	6				6
Розділ 3. Математичні моделі фізико-механічних полів — крайові задачі математичної фізики.						
Тема 7. Крайові задачі математичної фізики.	2	1				1
Тема 8. Загальні і часткові структури розв'язків основних типів крайових задач.	4	2				2
Тема 9. Методи відшукування невизначених компонент.	4	2				2
Разом за розділом 3	10	5				5
Розділ 4. Математичні моделі гідродинамічних полів.						
Тема 10. Математичне і	4	2				2

комп'ютерне моделювання фізичних полів.					
Тема 11. Математичні моделі гідродинамічних полів.	4	2			2
Разом за розділом 4	8	4			4
Розділ 5. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.					
Тема 12. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.	4	2			2
Тема 13. Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі.	4	2			2
Разом за розділом 5	8	4			4
Розділ 6. Математичне моделювання температурних полів.					
Тема 14. Математичне моделювання температурних полів радіоелектронної апаратури.	4	2			2
Тема 15. Математичне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах.	4	2			2
Тема 16. Поля в ґратках ТВЕЛів.	4	2			2
Разом за розділом 6	12	6			6
Усього годин	60	30			30

4. Індивідуальні завдання

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Побудова предикатних рівнянь границь областей.	3
2	Побудова нормалізованих опорних функцій та нормалізованих рівнянь границь областей.	2
3	Побудова нормалізованих рівнянь ділянок границь областей.	2
4	Ламінарна течія в циліндричних трубах складного поперечного перерізу.	2
5	Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі.	2
6	Задачі забезпечення теплових режимів радіоелектронної апаратури.	2
7	Комп'ютерне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах.	3
8	Комп'ютерне моделювання температурних полів в ґратках ТВЕЛів.	2

9	Застосування R-функцій до побудови нормалізованих рівнянь геометричних об'єктів в 3D.	3
10	Метод стандартних примітивів в 2D і 3D.	3
11	Трансляція геометричних об'єктів на відрізок прямої.	3
12	Трансляція геометричних об'єктів на ділянці дуги.	3
РАЗОМ		30

6. Методи контролю

Поточний контроль теоретичних знань, що отримані здобувачем вищої освіти ступеня доктора філософії, здійснюється методом усного опитування. На заняттях оцінюється здатність здобувача вищої освіти приймати участь у науковій дискусії. Підсумковий контроль проводиться у вигляді екзамену.

7. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання																Екзамен	Сума		
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3			Розділ 4		Розділ 5		Розділ 6					Індивідуальні завдання	Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16		60	40	100
2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				

T1, T2 ... – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
90 – 100	відмінно
70–89	добре
50–69	задовільно
1–49	незадовільно

8. Рекомендована література

Основна

1. Теория R-функций и некоторые ее приложения / В.Л.Рвачев // Киев: Наук. думка, 1982.
2. R-функции в математическом моделировании геометрических объектов и физических полей / К.В.Максименко-Шейко // Харьков: ИПМаш НАН Украины, 2009.

Допоміжна

1. Михлин С.Г. Вариационные методы в математической физике. — М.: Наука, 1970.
2. Михлин С.Г. Численная реализация вариационных методов.— М., Наука, 1966.

3. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике.— М., Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001.
4. Канторович Л.В., Крылов В.И. Приближенные методы высшего анализа.— М.-Л., Гостехиздат, 1950.—695 с.
5. Неклассические двойственные методы решения краевых задач / Коший А.Ф., Ропавка А.И. // Харьков, МСУ, 2011.
6. Вейль Г. Симметрия. — М., Наука, 1968.
7. Воробьев Ю.С., Шорр Б.Ф. Теория закрученных стержней. — К., Наук. думка, 1983.
8. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. — М.: Наука, 1980.
9. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа.-М.: Наука, 1989.
- 10.Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10-ти т. Т.VI: Гидродинамика.— М., Наука, 1986.
11. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа.— М., Наука, 1987.
- 12.Миролюбов Н.Н., Костенко М.В., Левинштейн М.Л., Тиходеев Н.Н. Методы расчета электростатических полей.— М.: Высшая школа, 1963.
- 13.Петухов Б.С. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении жидкости в трубах.— М.: Энергия, 1967.
- 14.Самарский А.А. Введение в численные методы.— М., Наука, 1982.

9. 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.