

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

кафедра «Вищої математики та системного аналізу» (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

О.Г. Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Рівняння математичної фізики

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр та найменування галузі знань)

Спеціальність: 124 «Системний аналіз»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Системний аналіз і управління»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший(бакалаврський)

Харків 2019

Робоча програма «Рівняння математичної фізики» для студентів а спеціальніс-
тю 124 «Системний аналіз» освітньою програмою «Системний аналіз і управ-
ління»

« 05 » червня 2019 р. – 12 с.

Розробник: Ніколаєв О.Г. завідувач кафедри вищої математики та системного
аналізу, д.ф.-м.н., професор

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та
системного аналізу

(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 19 » червня 2019 р.

Завідувач кафедри: д.фіз.-мат.н, професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.Г.Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 12 «Інформаційні техно- (шифр та найменування) логії» Спеціальність 124 «Системний аналіз» (код та найменування) Освітня програма «Системний аналіз і управління» (найменування) Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)	Вибіркова
Модулів – 2		Рік підготовки:
Змістових модулів – 5		2018/2019
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 64/150		6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента –4		Лекції
		32 год.
		Практичні
		32 - год.
		Лабораторні
		–
		Самостійна робота
		86 год.
		Індивідуальна робота:
		–
Вид контролю:		
іспит		

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 64/86.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – дати поняття про моделі задач фізики, методи розв'язання та аналіз рівнянь математичної фізики, навчити правильно користуватися математичним апаратом та застосовувати його при розв'язанні інженерних задач.

Завдання - вивчення математичних величин, теорій, методів, які в явищах, процесах, тілах дають можливість досліджувати найбільш загальні властивості, абстрагуючись від тих властивостей, які не мають суттєвого значення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- типи лінійних диференціальних рівняння другого порядку у частинних похідних;
- методи розв'язання граничних та мішаних задач для різних типів рівнянь математичної фізики;
- методи теорії потенціалу та гармонічних функцій;

вміти:

- класифікувати та перетворювати до канонічного вигляду лінійні диференціальні рівняння у частинних похідних;
- давати постановки крайових задач для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку будь-якого типу;
- застосовувати методи математичної фізики при розв'язанні інженерних задач;
- визначати межу можливих застосувань математичних методів;

мати уявлення:

- деякі класи спеціальних функцій;
- властивості потенціалів простого та подвійного шару.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин/ 5 кредитів ECTS.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вступ до диференціальних рівнянь у частинних похідних.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Рівняння математичної фізики».

Предмет вивчення і задачі дисципліни "Рівняння математичної фізики". Основні історичні етапи розвитку і становлення.

Тема 2. Класифікація диференціальних рівнянь у частинних похідних.

Диференціальні рівняння у частинних похідних. Задачі, які приводять до диференціальних рівнянь у частинних похідних. Виведення основних рівнянь математичної фізики. Загальні питання теорії рівнянь у частинних похідних. Лінійні диференціальні рівняння у частинних похідних (ЛДРЧП). Перетворення ЛДРЧП другого порядку. Канонічний вигляд та класифікація ЛДРЧП другого порядку. Перетворення ЛДРЧП другого порядку двох незалежних змінних до

канонічного вигляду. Метод характеристик. Рівняння для характеристик. Постановки крайових і мішаних задач для різних типів ЛДРЧП другого порядку.

Змістовий модуль 2. Рівняння гіперболічного та параболічного типу.

Тема 3. Рівняння гіперболічного типу і методи їх розв'язування.

Теорема єдиності для основних задач. Формула Д'Аламбера і її фізичний зміст. Метод поширювальних хвиль. Напівобмежена струна. Скінчена струна. Метод відокремлювання змінних. Однорідне рівняння і однорідні крайові умови. Задача Штурма-Ліувілля. Спектр і власні функції задачі Штурма-Ліувілля. Неоднорідні крайові умови. Функція впливу і її фізичний зміст. Коливання кругової мембрани. Функції Бесселя і їх властивості. Коливання прямокутної мембрани. Загальна схема метода відокремлювання змінних. Розв'язок задачі Коші методом Римана для загального рівняння з двома незалежними змінними. Поняття про узагальнений розв'язок крайової задачі.

Тема 4. Рівняння параболічного типу і методи їх розв'язування.

Принцип максимуму. Теорема єдиності. Метод відокремлювання змінних для рівняння теплопровідності. Функція впливу і її фізичний зміст. Задача про вільний теплообмін на межі стрижня. Загальна крайова задача. Фундаментальний розв'язок рівняння теплопровідності. Формула Пуассона і її фізичний зміст. Задачі теплопровідності для циліндру, шару і півпростору.

Змістовий модуль 3. Рівняння еліптичного типу.

Тема 5. Рівняння еліптичного типу. Гармонічні функції і їх властивості. Формула Гріна. Метод відокремлювання змінних.

Рівняння Лапласа. Гармонічні функції і їх властивості. Гармонічні і аналітичні функції. Фундаментальні розв'язки рівняння Лапласа і їх фізичний зміст. Принцип максимуму. Формули Гріна. Теорема єдиності для першої та другої крайових задач. Метод відокремлювання змінних для рівняння Лапласа.

Змістовий модуль 4. Крайові задачі.

Тема 6. Крайові задачі для кола, півплощини, смуги, циліндра, кулі, півпростору.

Функції Лежандра. Модифіковані функції Бесселя і їх властивості. Рівняння Лапласа в довільних криволінійних координатах. Рівняння Лапласа в циліндричних і сферичних координатах. Перша та друга крайові задачі для кола, півплощини, смуги, циліндра, кулі, півпростору. Інтеграли Пуассона і Діні.

Змістовий модуль 5. Функція Гріна. Метод інтегральних перетворень. Елементи теорії потенціалу.

Тема 7. Функція Гріна. Метод інтегральних перетворень. Елементи теорії потенціалу.

Функція джерела. Метод електростатичних відображень. Функція Гріна для кола, кулі і півпростору. Метод інтегральних перетворень. Елементи теорії потенціалу. Логарифмічний та просторовий потенціал. Властивості об'ємного та поверхневих потенціалів. Застосування поверхневих потенціалів для розв'язування крайових задач. Інтегральні рівняння для основних крайових задач.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі										
		л	п	лаб	інд	с.р.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Вступ до диференціальних рівнянь у частинних похідних.												
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Рівняння математичної фізики».	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 2. Класифікація диференціальних рівнянь у частинних похідних.	11	2	2	–	–	7	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	12	3	2	–	–	7	–	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 2. Рівняння гіперболічного та параболічного типу												
Тема 3. Рівняння гіперболічного типу. Основні методи розв'язування.	26	6	6	–	–	14	–	–	–	–	–	–
Тема 4. Рівняння параболічного типу. Основні методи розв'язування.	26	5	6	–	–	14	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	52	11	12	–	–	28	–	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 3. Рівняння еліптичного типу.												
Тема 5. Рівняння еліптичного типу. Гармонічні функції і її властивості. Форму-	28	7	7	–	–	14	–	–	–	–	–	–

ли Гріна. Метод відокремлення змінних.												
Разом за змістовим модулем 3	28	7	7	–	–	14	–	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 4. Крайові задачі.												
Тема 6. Крайові задачі для кола, півплощини, смуги, циліндра, кулі, півпростору.	38	7	7	–	–	24	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 4	38	7	7	–	–	24	–	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 5. Функція Гріна. Метод інтегральних перетворень. Елементи теорії потенціалу.												
Тема 7. Функція Гріна. Метод інтегральних перетворень. Елементи теорії потенціалу.	20	4	4	–	–	12	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 5	20	4	4	–	–	12	–	–	–	–	–	–
Усього годин	150	32	32	–	–	74						

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1 – 2	Виведення деяких рівнянь математичної фізики. Зведення ЛДРЧП другого порядку до канонічного вигляду подальше його спрощення.	2
3 – 4	Метод відокремлювання змінних для однорідного і неоднорідного рівняння гіперболічного типу з однорідними і неоднорідними крайовими умовами	4
5	Функції Бесселя. Коливання кругової мембрани	2

6	Метод відокремлювання змінних для рівняння теплопровідності	2
7	Задачі теплопровідності для кругового циліндру.	2
8	Задачі теплопровідності для шару	2
9	Задачі теплопровідності для півпростору	2
10	Гармонічні і аналітичні функції.	2
11	Метод відокремлювання змінних для рівняння Лапласа в декартових, полярних, еліптичних і параболічних координатах.	2
12	Функції Лежандра. Модифіковані функції Бесселя.	2
13	Крайові задачі для кола і смуги	2
14	Крайові задачі для циліндра	2
15	Крайові задачі для кулі	2
16	Крайові задачі для півпростору	2
17	Інтегральні перетворення в крайових задачах	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виведення деяких рівнянь математичної фізики. Перетворення ЛДРЧП другого порядку. (Тема 2)	8
2	Напівобмежена струна. Спектр і власні функції задачі Штурма-Ліувілля. (Тема 2)	14
3	Напівобмежений стрижень. Спектр і власні функції задачі Штурма-Ліувілля. (Тема 2)	14
4	Напівобмежена струна. Спектр і власні функції задачі Штурма-Ліувілля. (Тема 2)	14
6	Задача Неймана для півплощини. Мішані задачі для смуги. Задача Неймана для кругового кільця. Зовнішні задачі для кульової області. (Тема 6)	24
7	Метод електростатичних відображень. Електростатичне поле складеного сферичного конденсатора. Зовнішні задачі для кульової області. Інтегральне перетворення Ганкеля в мішаних задачах для шару. (Тема 7)	12
	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Виконання розрахункової роботи на тему «Спрощення ЛДРЧП другого порядку». (Тема 2)

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

Складові навчальної роботи за 5 семестр	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на практичних заняттях	0...2	8	0...16
Самостійна робота	0...1	8	0...8
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Модуль 2			
Робота на практичних заняттях	0...2	6	0...12
Самостійна робота	0...1	6	0...6
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Виконання та захист розрахункової роботи	0...20	1	0...20
Всього за семестр (*)			0...112

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та трьох практичних завдань. За кожне теоретичне питання та практичне завдання студент може отримати до 20 балів. Максимальна сума всіх балів – 100.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

знати:

- Основні означення та теореми теорії рівнянь математичної фізики
- Числові характеристики (скінченновимірні розподіли, математичне сподівання, кореляційна функція).
- Поняття стаціонарності.
- Означення процесів Маркова
- Приклади застосування процесів Маркова.
- Властивості ланцюгів Маркова.
- Означення процесів Вінера та Пуассона.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

- **Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання. Знати основні означення. Відповіді студента розкривають суть питань без достатньої повноти і обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів.

Добре (75-89). Твердо знати матеріал, захистити всі індивідуальні завдання. Знати основні типи задач математичної фізики. Приклади їх застосування. У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки не принципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань. Завдання в цілому виконуються без помилок, але в обґрунтуванні розв'язання є певні недоліки.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Зокрема не лише знати зміст теорем, але й вміти доводити їх.

Курсову роботу не передбачено навчальним планом.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсовому проекту (роботи), практики	для заліку
90 - 100	A	відмінно	зараховано
83 - 89	B	добре	
75 – 82	C		
68 -74	D	задовільно	
60 – 67	E		
0– 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання

13. Методичне забезпечення

Робочі зошити та підручники:

1. Бицадзе А.В., Калиниченко Д.Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики. – 2-е изд., доп. – М.: Наука. 1985. – 312с.
2. Сборник задач по математике Ч. 2,4 (под редакцией Ефимова А.В., Дмидовича Б.П.), М., 1981.
3. Брисіна І.В., Головченко О.В., Ніколаєв О.Г. та ін. Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах. Кн. 4: Навч. посібник для ВУЗів. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.

14. Рекомендована література

1. Михлин С.П. Курс математической физики. - М.: Наука, 1968.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М., 1977.
3. Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников.
4. І.В. Брисіна, О.В. Головченко, Г.І. Кошовий, О.Г. Ніколаєв та ін. Практичний курс вищої математики. т.4. Харків, ХАІ.
5. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. М., 1964.
6. Годунов С.К. Уравнения математической физики. М., 1971.
7. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. – К.: Либідь, 2001. – 334 с.
8. Курпа Л.В., Лінник Г.Б. Рівняння математичної фізики. – Харків.: «Підручник НТУ «ХПІ», 2011.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k405.khai.edu/>

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: k405@d4.khai.edu

Рівняння математичної фізики

Комплекс включає в себе такі обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для виконання розрахункових та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.