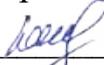


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Юнна ЩЕРБАКОВА

(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

« 29 » серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Рівняння математичної фізики

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 12 «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності: 124 «Системний аналіз та наука про дані»

(код і найменування спеціальності)

Освітні програми: «Системний аналіз і управління»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків – 2025 р.

Розробник: Ніколаєв О.Г., професор кафедри вищої математики та системного
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)
аналізу, доктор фізико-математичних наук, професор



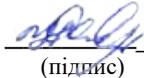
(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри вищої
математики та системного аналізу (№ 405)

(назва кафедри)

Протокол № 12 від “30” червня 2025 р.

Завідувач кафедри к.ф.-м.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Ніна САВЧЕНКО
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

студент гр. 453



(підпис)

Володимир ТИТАРЕНКО

(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Ніколаєв Олексій Георгійович

Посада: професор кафедри вищої математики та системного аналізу

Науковий ступінь: доктор фізико-математичних наук

Вчене звання: професор

Перелік дисциплін, які викладає:

Алгебра та геометрія; Диференціальні рівняння; Функціональний аналіз;

Рівняння математичної фізики; Теорія керування; Ідентифікація систем

Напрями наукових досліджень:

крайові задачі для ДРЧП, математичне моделювання, теорія оптимального керування, системний аналіз, теорія гармонічних функцій, теорія спеціальних функцій.

Контактна інформація:

a.nikolaev@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна, заочна
Семестр	VI
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	денна: 4 кредитів ЄКТС/ 120 г.; лекції 17 г., практика 40 г., самостійна робота 63 г.; заочна: 4 кредитів ЄКТС/ 120 г.; лекції 4 г., практика 5 г., самостійна робота 111 г.;
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні, самостійна робота
Види контролю	Модульний контроль, іспит
Пререквізити	«Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Диференціальні рівняння», «Методи обчислень», «Функціональний аналіз»
Кореквізити	«Методи оптимізації та дослідження операцій», «Теорія випадкових процесів»
Постреквізити	«Моделювання складних систем», «Теорії керування», «Основи системного аналізу», «Системи і методи прийняття рішень»

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета: засвоєння основних положень теорії лінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних (ЛДРЧП) другого порядку та їх застосування до математичного моделювання об'єктів і процесів.

Завдання: відпрацювання основних класів ЛДРЧП другого порядку, постановок початково-крайових задач для рівнянь цих класів, деяких методів розв'язання таких задач, властивостей одержаних розв'язків, підходів до побудови математичних моделей на основі ДРЧП.

Компетентності та результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може набути таких **компетентностей і результатів навчання:**

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність знати та розуміти предметну область і професійну діяльність;
- здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

Фахові компетентності:

- здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів;
- здатність будувати математично-коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів;
- здатність використовувати експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати данні, отримані в них.

Програмні результати навчання:

- знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, векторну та лінійну алгебру, аналітичну геометрію та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу;
- знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем,

диференціальних рівнянь у частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Загальні поняття теорії лінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних

Тема 1. Вступ до диференціальних рівнянь у частинних похідних

Загальні поняття теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних (ДРЧП). Деякі математичні моделі, що ґрунтуються на ДРЧП: коливання струни і мембрани, поширення тепла в тілі, динаміка ідеальної рідини, стаціонарний розподіл температури.

Тема 2. Класифікація лінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних другого порядку

Перетворення координат у лінійних диференціальних рівняннях у частинних похідних (ЛДРЧП) другого порядку. Типи ЛДРЧП другого порядку. Приклади. Канонічний вигляд ЛДРЧП другого порядку. Характеристики ЛДРЧП Зведення ЛДРЧП другого порядку з двома незалежними змінними до канонічного вигляду. Метод характеристик.

Змістовий модуль 2. Рівняння гіперболічного типу

Тема 3. Задача Коші для нескінченної струни

Постановка задачі Коші для нескінченної струни. Формула Даламбера, її фізичний зміст. Неоднорідне рівняння струни. Принцип Дюамеля. Коректність постановки задачі Коші. Енергетична нерівність. Теорема існування та єдиності.

Тема 4. Крайові задачі для скінченної струни

Постановка основних крайових задач для скінченної струни. Теорема єдиності розв'язку першої, другої та третьої крайових задач. Метод розділення змінних. Побудова розв'язків крайових задач для однорідного рівняння струни і однорідних крайових умов. Теореми про існування розв'язків у певних класах функцій. Фізичний зміст розв'язків. Стоячі хвилі. Неоднорідне рівняння. Функція впливу і її фізичний зміст.

Тема 5. Крайові задачі для скінченної мембрани

. Постановка крайових задач для скінченної мембрани. Коливання прямокутної мембрани.

Змістовий модуль 3. Рівняння параболічного типу

Тема 6. Задача Коші для одновимірного рівняння теплопровідності

Постановка задачі Коші для однорідного рівняння. Метод інтегрального перетворення Фур'є. Формула Пуассона. Ядро Пуассона, його властивості.

Неоднорідне рівняння теплопровідності. Принцип Дюамеля. Принцип максимуму для рівняння теплопровідності. Коректність постановки задачі Коші.

Тема 7. Крайові задачі для рівняння теплопровідності

Постановка крайових задач. Метод розділення змінних для тонкого скінченного стрижня. Теореми існування та єдиності розв'язку першої, другої, третьої крайових задач. Задача про вільний теплообмін на межі стрижня.

Змістовий модуль 4. Рівняння еліптичного типу

Тема 8. Гармонічні функції та їх властивості

Рівняння Лапласа. Гармонічні функції та їх властивості. Теорема про середнє значення. Принцип максимуму гармонічної функції. Постановка крайових задач для рівняння Лапласа. Теореми єдиності розв'язків крайових задач.

Тема 9. Крайові задачі для рівняння Лапласа в канонічних областях

Метод розділення змінних в рівнянні Лапласа в декартових і полярних координатах. Крайові задачі для півпростору і кола.

5. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Виконання розрахункової роботи на тему «Зведення ЛДРЧП другого порядку до канонічного вигляду. Розв'язання крайових задач для рівняння струни».

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими.

7. Методи контролю

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

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	3	0...1,5

Робота на практичних заняттях	0...2,5	3	0...7,5
Самостійна робота	0...1	2	0...2
Змістовий модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Робота на практичних заняттях	0...2,5	6	0...15
Самостійна робота	0...1	6	0...6
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Змістовий модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	4	0...2
Робота на практичних заняттях	0...2,5	4	0...10
Самостійна робота	0...1	4	0...4
Змістовий модуль 4			
Робота на лекціях	0...0,5	3	0...1,5
Робота на практичних заняттях	0...2,5	5	0...12,5
Самостійна робота	0...1	5	5
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Виконання та захист розрахункової роботи	0...10	1	0...10
Всього за семестр(*)			0...128

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з наступними нормами.

Робота на лекції – активна форма засвоєння матеріалу курсу: 0,5 бали ставиться за продумані питання, які студент задає лектору, участь в обговоренні предмета лекції, відповіді на питання, які по ходу лекції задає викладач. Активність студента може заохочуватися додатковими коефіцієнтами, які множаться на 0,5 бали.

Робота на практичному занятті оцінюється так: 1,5 бали за захист виконаного домашнього завдання, 2 бали за самостійно розв'язану задачу або 1 бал за розв'язану задачу за допомогою викладача, 2 бали за обґрунтовану відповідь на теоретичне питання з доведенням основних положень біля дошки.

Самостійна робота – 1 бал ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом в поза аудиторний час.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи, яка складається з 3 задач за темами, означеними в назві роботи. За кожну задачу можна одержати максимально 6-7 балів.

Модульний контроль проводиться два рази на семестр на 8 і 16 тижнях на практичних заняттях. Білет для модульного контролю включає 4 питання (два теоретичних і два практичних). За відповідь на одне питання студент може отримати максимально 6 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали 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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Оцінка ставиться, якщо студент знає основні теоретичні поняття, наведені в курсі, може визначити тип ЛДРЧП другого порядку, приводити його до канонічного вигляду, розв'язувати крайові задачі для деяких типів диференціальних рівнянь. Індивідуальне завдання захищено на не менше ніж 12 балів. 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). Оцінка ставиться, якщо студент вільно володіє логіко-понятійним апаратом курсу, може обґрунтувати основні його положення (теореми існування та єдиності розв'язків крайових задач, формули Даламбера, Кірхгофа, Пуассона), знає основні принципи теорії рівнянь математичної фізики правильно, володіє методами розв'язання задач для ЛДРЧП, розв'язує практичні завдання білету. Індивідуальне завдання захищено на не менше ніж 15 балів. У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки непринципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань.

Відмінно (90-100). Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Задачі білету розв'язані та мають пояснення до кожного етапу розв'язання. Індивідуальне завдання захищено на не менше ніж 18 балів.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять і виконання вимог навчального плану:

Згідно з «Правилами внутрішнього розпорядку Національного аерокосмічного університету «ХАІ»» студент зобов'язаний:

- відвідувати всі види навчальних занять;
- виконувати всі вимоги навчального плану в терміни, визначені графіком організації навчального процесу;
- підтримувати порядок під час проведення занять;
- у разі неможливості з поважних причин відвідувати заняття, скласти екзамен тощо, інформувати про це деканат факультету і випускову кафедру, викладача, який проводить заняття, і обов'язково виконувати програму дисципліни дистанційно (самостійно) з проведенням контролю з боку кафедри.

Дотримання вимог академічної доброчесності. Здобувач освіти повинний дотримуватися принципів академічної доброчесності закладених «Положенням про академічну доброчесність» Національного аерокосмічного університету «ХАІ», затвердженим Вченою радою ХАІ 20.06.2019 р. протокол № 13 із змінами від 22.01.2020 р.

Вирішення конфліктів. Викладачі і здобувачі освіти в своїх взаємовідносинах повинні дотримуватися «Кодексу етики в Національному аерокосмічному університеті «ХАІ»», затвердженого Вченою радою університету 20.06.2019 р., протокол №13. У разі виникнення конфліктів між здобувачами освіти або між здобувачем освіти та викладачем для його вирішення слід керуватися «Положення про запобігання і протидію дискримінації, врегулювання конфліктних ситуацій».

10. Методичне забезпечення

1. Ніколаєв О.Г. Диференціальні рівняння: підручник. В 2-х кн.. Кн. 2 – Х.: ХАІ, 2020.
2. Барахов К.П., Курєннов С.С., Солов'єв О.І. Рівняння математичної фізики: навч. посібник. - Х.: ХАІ, 2020.
3. Ніколаєв О.Г. Диференціальні рівняння: підручник. В 2-х кн.. Кн. 1 – Х.: ХАІ, 2019.
4. Брисіна І.В. та ін. Практичний курс вищої математики в 4-х кн. Кн. 4. Навч. посібник для ВНЗ України. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.
5. Робочий зошит. Варіаційне числення. Диференціальні рівняння у частинних похідних. Теорія ймовірності. – Х.: ХАІ, 2003.

11. Рекомендована література

Базова

1. Ніколаєв О.Г. Диференціальні рівняння: підручник. В 2-х кн.. Кн. 2 – Х.: ХАІ, 2020.
2. Барахов К.П., Курєннов С.С., Солов'єв О.І. Рівняння математичної фізики: навч. посібник. - Х.: ХАІ, 2020.
3. Брисіна І.В. та ін. Практичний курс вищої математики в 4-х кн. Кн. 4. Навч. посібник для ВНЗ України. – Х.: ХАІ, 2004.
4. Робочий зошит. Варіаційне числення. Диференціальні рівняння у частинних похідних. Теорія ймовірності. – Х.: ХАІ, 2003.
5. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. – К.: Либідь, 2001. – 334 с.
6. Курпа Л.В., Лінник Г.Б. Рівняння математичної фізики. – Харків.: «Підручник НТУ «ХПІ», 2011.
7. Маркович Б.М. Рівняння математичної фізики. Навчальний посібник. – Львів: Львівська політехніка, 2010.

Допоміжна

1. Гончаренко В. М. Основы теории уравнений в частных производных. – Киев: Вища шк., 1985.
2. Ніколаєв О. Г. Диференціальні рівняння: підручник. В 2 кн. Кн. 1. – Харків: ХАІ, 2019. – 232 с.
3. Evans L.C. Partial Differential Equations. – American Mathematical Society, 1997.
4. Powers D.L. Boundary Value Problems and Partial Differential Equations. Elsevier Inc., 2006.
5. Komech A., Komech A. Principle of Partial Differential Equations. – Springer, 2009.

12. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки: <https://library.khai.edu>