

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Факультет математики та інформатики

Кафедра диференціальних рівнянь



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету математики
та інформатики

Ольга МАРТИНЮК

“12” серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Диференціальні та інтегральні рівняння

(обов’язкова)

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика та наноматеріали

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп’ютерних наук

Мова навчання Українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Диференціальні та інтегральні рівняння» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 6 від «26» травня 2022 року).

Розробник: Перун Галина Михайлівна, доцент кафедри диференціальних рівнянь, кандидат фіз.-мат. наук, доцент.

Викладач: Перун Галина Михайлівна, доцент кафедри диференціальних рівнянь, кандидат фіз.-мат. наук, доцент.

Погоджено з гарантом ОП і методичною радою ННІФТКН ЧНУ імені Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН _____ Козярський І.П.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри диференціальних рівнянь

Протокол № 1 від “ 12 ” серпня 2024 року

Завідувач кафедри

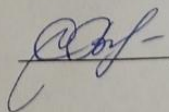


Владислав ЛІТОВЧЕНКО

Схвалено методичною радою факультету математики та інформатики

Протокол № 1 від “ 12 ” серпня 2024 року

Голова методичної ради факультету



Віра СІКОРА

Пояснювальна записка

1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Нормативна навчальна дисципліна, яка продовжує формувати уявлення про застосування диференціального та інтегрального числення до задач фізики.

2. Мета навчальної дисципліни: формування у студентів базових математичних знань для вирішення завдань у навчальній та професійній діяльності, вмінь аналітичного мислення та оволодіння математичним апаратом для формування фахівця-фізика.

3. Пререквізити. Шкільні курси математики та фізики, аналітична геометрія та лінійна алгебра, математичний аналіз.

4. Результати навчання: набуття студентами знань з теорії звичайних диференціальних рівнянь, систем звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь з частинними похідними першого порядку, теорії стійкості розв'язків звичайних диференціальних рівнянь, інтегральних рівнянь типу Фредгольма і Вольтера та варіаційних задач.

Компетентності, що будуть сформовані за результатами вивчення дисципліни:

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

ФК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ФКС1. Знати загальні принципи дії термоелектричних пристроїв та апаратури. Здатність аналізувати особливості теплових процесів у різних термоелектричних пристроях. Опанувати теоретичні та практичні навички комп'ютерного моделювання функціональних матеріалів, перетворювачів енергії

Програмні результати навчання:

РН1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

РН2. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

РН3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів,

включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

РН4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

РН12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

ПРН2. Знати методи та засоби проектування оптимальних властивостей термоелектричних матеріалів та пристроїв на їх основі.

ПРН3. Мати теоретичні та практичні навички комп'ютерного моделювання функціональних матеріалів, перетворювачів енергії, теплових насосів, інформаційних та енергетичних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: – основні поняття, означення, методи інтегрування диференціальних рівнянь і систем в квадратурах, які вивчає дана дисципліна, вільно оперувати основними формулами;

вміти: – застосувати теоретичний матеріал до розв'язання задач і завдань, які пропонуються в даній дисципліні, а також виникають в процесі навчання і потребують знань з цієї дисципліни.

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни „ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ ТА ІНТЕГРАЛЬНІ РІВНЯННЯ”

Назви змістових модулів	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	У тому числі				Усього	У тому числі			
		л	п	ін д	с.р.		л	п	ін д	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Звичайні диференціальні рівняння першого порядку										
Тема 1. Основні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь. Задачі, які приводять до диференціальних рівнянь.	6	2	2		2					
Тема 2. Рівняння з відокремлюваними змінними та звідні до них.	6	2	2		2					

Тема 3. Однорідні нелінійні рівняння та звідні до них.	10	2	2		6					
Тема 4. Лінійні рівняння першого порядку.	8	2	2		4					
Тема 5. Рівняння Бернуллі та Ріккати.	8	2	2		4					
Тема 6. Рівняння в повних диференціалах. Інтегрувальний множник.	8	2	2		4					
Тема 7. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші для рівняння першого порядку, яке розв'язане відносно похідної.	3,5	0,5			3					
Тема 8. Рівняння, які не розв'язані відносно похідної. Метод введення параметра.	6	2	1		3					
Тема 9. Рівняння Лагранжа та Клеро.	4,5	0,5	2		2					
Разом за змістовим модулем 1	60	15	15		30					
Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння вищих порядків. Елементи варіаційного числення та інтегральних рівнянь										
Тема 10. Рівняння n -го порядку, які допускають зниження порядку.	8	2	2		4					
Тема 11. Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку.	8	2	2		4					
Тема 12. Крайова задача для рівняння другого порядку.	8	2	2		4					
Тема 13. Системи звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Зв'язок між системою рівнянь першого порядку та рівнянням n -го порядку. Метод виключення для системи	8	2	2		4					

Тема 14. Лінійні системи звичайних диференціальних рівнянь. Лінійні системи зі сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера. Елементи теорії стійкості. Стійкість нульового розв'язку системи за першим наближенням.	12	3	3		6					
Тема 15. Лінійні та квазілінійні рівняння з частинними похідними першого порядку. Задача Коші для них	8	2	2		4					
Тема 16. Основні типи інтегральних рівнянь. Рівняння Фредгольма і Вольтера. Рівняння з виродженим ядром	8	2	2		4					
Разом за змістовим модулем 2	60	15	15		30					
Усього годин	120	30	30		60					

5.3. Зміст завдань для самостійної роботи

1.	Рівняння, яке зводиться до рівняння з відокремлюваними змінними.	2
2.	Рівняння звідні до однорідних. Узагальнене однорідне рівняння.	6
3.	Особливі розв'язки диференціальних рівнянь першого порядку.	6
4.	Метод гіпотез знаходження інтегрувального множника.	6
5.	Метод виключення зведення системи звичайних диференціальних рівнянь до одного рівняння вищого порядку. Метод інтегрованих комбінацій інтегрування системи звичайних диференціальних рівнянь у симетричному вигляді.	6
6.	Рівняння механічних коливань.	6
7.	Крайова задача для рівняння другого порядку. Задача Штурма-Ліувілля. Приклади.	6
8.	Основні типи інтегральних рівнянь. Рівняння Фредгольма і Вольтера. Рівняння з виродженим ядром.	10
9.	Поняття стійкості розв'язку системи за Ляпуновим. Дослідження на стійкість нульового розв'язку системи за першим наближенням та методом функції Ляпунова.	6
10.	Найпростіша варіаційна задача на множині гладких функцій. Необхідні і достатні умови екстремуму інтегрального функціонала.	6

5.4 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь. Задачі, які приводять до диференціальних рівнянь.	2
2	Рівняння з відокремлюваними змінними та звідні до них.	2
3	Однорідні нелінійні рівняння та звідні до них.	3
4	Лінійні рівняння першого порядку.	2
5	Рівняння Бернуллі та Ріккати.	2
6	Рівняння в повних диференціалах.	2
7	Інтегрувальний множник.	1
8	Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші для рівняння першого порядку, яке розв'язане відносно похідної.	1
9	Рівняння, які не розв'язані відносно похідної. Метод введення параметра.	1
10	Рівняння Лагранжа та Клеро.	2
11	Рівняння n -го порядку, які допускають зниження порядку.	3
12	Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами. Рівняння Ейлера.	5
13	Крайова задача для рівняння другого порядку.	1
14	Системи звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Зв'язок між системою рівнянь першого порядку та рівнянням n -го порядку. метод виключення для системи.	3
15	Лінійні системи звичайних диференціальних рівнянь. Лінійні системи зі сталими коефіцієнтами.	2
16	Лінійні та квазілінійні рівняння з частинними похідними першого порядку. Задача Коші для них.	2

Контрольні запитання

1. Що називається звичайним диференціальним рівнянням. Що таке порядок рівнянь.
2. Поняття розв'язку диференціального рівняння та загального розв'язку.
3. Поняття інтеграла та загального інтеграла. Зв'язок інтеграла з розв'язком рівняння.
4. Задача Коші для рівняння першого порядку, яке розв'язане відносно похідної. Геометричний зміст.

5. Яке рівняння називається з відокремленими, однорідним, лінійним, Бернуллі, Ріккаті, повних диференціалах.
6. Структура розв'язку лінійного неоднорідного рівняння.
7. Клас рівнянь, в яких можна знизити порядок.
8. Система рівнянь першого порядку у нормальній формі.
9. Загальний розв'язок системи рівнянь.
10. Зв'язок рівняння вищого порядку з системою рівнянь першого порядку.
11. Що таке перший інтеграл системи рівнянь?
12. Що дає знання перших інтегралів системи?
13. Яка система рівнянь називається лінійною?
14. Сформулювати теорему про існування і єдність розв'язку задачі Коші для лінійного рівняння n -го порядку.
15. Дати означення лінійної залежності і незалежності функції. Приклади лінійно незалежних функцій.
16. Дати означення фундаментальної системи розв'язків лінійного однорідного рівняння n -го порядку.
17. Що таке визначник Вронського.
18. Теорема про структуру розв'язку лінійного неоднорідного рівняння n -го порядку.
19. Метод варіації сталих для знаходження розв'язку лінійного неоднорідного рівняння n -го порядку.
20. Дати означення стійкості розв'язку системи за Ляпуновим.
21. Теореми про стійкість за першим наближенням та методом функцій Ляпунова.
22. Метод характеристик інтегрування рівняння з частинними похідними першого порядку.
23. Поняття функціонала, постановка простішої варіаційної задачі, інтеграли рівняння Ейлера.
24. Постановка ізопериметричної задачі для інтегральних функціоналів.
25. Інтегральні Рівняння Вольтера і Фредгольма.

6. Методи контролю

Поточний контроль знань студентів

Об'єктом поточного контролю знань студентів є:

- а) систематичність та активність роботи на практичних заняттях; виконання модульних письмових контрольних робіт, проведення усної співбесіди

викладача зі студентом, в процесі якої студент дає відповіді на питання з різних тем дисципліни;

б) виконання завдань для самостійного опрацювання.

Контроль систематичності та активності роботи студентів на практичних заняттях:

1. Рівень знань, продемонстрований у відповідях на практичних заняттях.
2. Активність при обговоренні питань, що винесені на практичні заняття.
3. Результати виконання домашніх завдань і модульних контрольних робіт.

Контроль виконання завдань для самостійного опрацювання:

1. Самостійне опрацювання тем.

Виконання модульних завдань:

1. Відповіді на теоретичні питання.
2. Розв'язання практичних завдань.

Форми контролю, захисту та діагностики успішності навчання

Система поточного контролю

Оцінювання рівня знань студентів з предмету «Диференціальні та інтегральні рівняння» здійснюється на основі результатів поточного контролю та екзамену, завдання поточного контролю оцінюються в діапазоні від 0 до 60 балів, а завдання, що виносяться на екзамен – від 0 до 40 балів.

Поточний контроль		Підсумковий контроль іспит
Теми № 1 – 9	Теми № 10 – 16	
30 балів	30 балів	40 балів

Відповідь студента на екзамені оцінюється в діапазоні від 0 до 40 балів.

Відповідь на кожне з чотирьох завдань екзаменаційного білета оцінюється так:

Види завдань	Аналіз відповіді	Оцінка в балах
Теоретичне питання 1	відповідь достатньо повна і показує глибоке засвоєння студентом матеріалу теми	8
	відповідь є правильною, але неповна за змістом або має окремі неточності	4

	відповідь свідчить про низький рівень знання матеріалу і розкриває зміст питання менш ніж на 50%	2
Теоретичне питання 2	відповідь достатньо повна і показує глибоке засвоєння студентом матеріалу теми	8
	відповідь є правильною, але неповна за змістом або має окремі неточності	4
	відповідь свідчить про низький рівень знання матеріалу і розкриває зміст питання менш ніж на 50%	2
Задача 1	відповідь повна, розв'язання чітке, з творчим підходом	12
	задача розв'язана правильно, з незначними помилками, які не вплинули на кінцевий результат	8
	відповідь невірна, але хід виконання в цілому вірний	4
Задача 2	відповідь повна, розв'язання чітке, з творчим підходом	12
	задача розв'язана правильно, з незначними помилками, які не вплинули на кінцевий результат	8
	відповідь невірна, але хід виконання в цілому вірний	4

Примітка: у випадку відсутності відповіді на будь-яке з чотирьох завдань ставиться 0 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти

				Поточне тестування та самостійна робота														
				I семестр														
ЗМ1									ЗМ2									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	Разом	Іспит	Сума
4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	60	40	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
35 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

6. Інформаційні ресурси

1. Електронний курс на Moodle. URL :
<https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=5093>.
2. С.А.Кривошея, М.О.Перестюк, В.М.Бурим Диференціальні та інтегральні рівняння. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
URL : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Kravisheya_2004_408.pdf
3. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. – К.: Либідь, 1994. – 328 с.
URL : <https://mechmat.knu.ua/wp-content/uploads/2020/05/var-book-2010.pdf>
4. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння в прикладах і задачах. – К.: Либідь, 2003. – 347 с.
URL : https://library.kre.dp.ua/Books/2-4%20kurs/%D0%92%D0%B8%D1%89%D0%B0%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%94%D0%B8%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8F_by_%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%B9%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE_%D0%90_%D0%9C_%2C_%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%8E%D0%BA_%D0%9D_%D0%9E_%2C_%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%8E%D0%BA.pdf
5. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння в прикладах і задачах. – К.: Вища школа, 1994 - 454 с.
URL : http://www.diffeq.univ.kiev.ua/download/DR_pz.pdf
6. Перун Г.М., Лучко В.М. Диференціальні рівняння: Методичний посібник. /укл. Г.М. Перун, В.М. Лучко. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2012.– 120 с.