

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Кафедра експериментальної фізики



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

О.В.Запорожченко

2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ ТА ІНТЕГРАЛЬНІ РІВНЯННЯ

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти перший (освітньо-професійний) рівень – бакалавр
Галузь знань 10 – природничі науки, 01-Освіта, 15-Автоматизація та приладобудування

(шифр і назва)

Спеціальність 104 - фізика та астрономія, 105 – прикладна фізика та наноматеріали, 014-середня освіта (фізика), 151-АКІТ

(шифр і назва)

Освітня програма фізика та астрономія, прикладна фізика та наноматеріали, середня освіта (фізика), Комп'ютерна обробка та аналіз даних

Вид дисципліни обов'язкова

Факультет математики, фізики, та інформаційних технологій

(назва факультету)

Робоча програма складена на основі навчальної програми з дисципліни «Диференціальні та інтегральні рівняння» .

Розробник: Щоголев Сергій Авенірович, завідувач кафедри вищої математики,
доктор фізико-математичних наук, професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри вищої математики

Протокол № 1 від. 31 серпня 2020 р.

Завідувач кафедри _____ (Щоголев С. А.)
(підпис)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ

Протокол № ___ від. “ ___ ” _____ 20__ р.

Голова НМК _____ (Страхов Є. М.)
(підпис)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. “ ___ ” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. “ ___ ” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Загальна кількість: кредитів – 5	Галузь знань 10 – природничі науки	Нормативна / за вибором (ВНЗ/студента)	
годин – 60	Спеціальність фізика, прикладна фізика, астрономія	Рік підготовки:	
залікових модулів – 2		2-й	
змістових модулів – 4	Спеціалізації: (назва)	Семестр	
ІНДЗ* – _____ (вид завдання)		1-й	
		Лекції	
		30 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		30 год.	год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		год.	год.
		у т.ч. ІНДЗ*: - год.	
		Форма підсумкового контролю:	

* – за наявності

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни. Метою дисципліни «Диференціальні та інтегральні рівняння» є оволодіння студентами основ теорії звичайних диференціальних рівнянь, опанування методами розв'язання диференціальних рівнянь, що інтегруються в квадратурах, а також основними методами розв'язання інтегральних рівнянь та вміння застосовувати їх при розв'язанні практичних задач.

Завдання дисципліни: навчити студентів основам теорії звичайних диференціальних рівнянь, навчити розрізняти типи диференціальних рівнянь, інтегрованих в квадратурах, навчити практично інтегрувати рівняння таких типів, навчити методам розв'язання простіших інтегральних рівнянь.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

Інтегральні компетентності.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми фізики, астрономії, прикладної фізики та наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, астрономії, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Фахові загальні компетентності.

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК-1);
- 2) Здатність застосовувати професійні математичні знання й уміння на практиці (ЗК-5);
- 3) Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір способів та методів дослідження, а також оцінку його якості (ЗК-7);
- 4) Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань (ЗК-9);

Фахові спеціальні компетенції.

- 1) Спроможність представляти математичні міркування та висновки з них з ясністю та точністю у формі, придатній для аудиторії, до якої звертаються, як усно, так і письмово, а також розуміти математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї ж задачі (СК-2);
- 2) Спроможність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики (СК-5);
- 3) Здатність проводити обчислення в рамках основних математичних моделей та застосовувати необхідні математичні методи (СК-11);
- 4) Здатність пояснювати в математичних термінах результати, отримані під час розрахунків (СК-15);

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- 1) основні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь;
- 2) основні типи диференціальних рівнянь 1-го порядку, що інтегруються в квадратурах;
- 3) ознаки існування та єдиності розв'язків ДР;
- 4) типи ДР вищих порядків, що припускають зниження порядку;
- 5) основи теорії лінійних диференціальних рівнянь ;
- 6) основні поняття теорії нормальних систем диференціальних рівнянь;
- 7) основи теорії систем лінійних диференціальних рівнянь;
- 8) основні положення теорії стійкості розв'язків диференціальних рівнянь;
- 9) основи теорії лінійних диференціальних рівнянь з частинним похідними 1-го порядку;
- 10) інтегральні рівняння Фредгольма та Вольтерра;

вміти:

- 1) визначати типи ДР 1-го порядку, що інтегруються в квадратурах, знаходити загальний інтеграл таких рівнянь, знаходити частинні розв'язки ДР, що задовольняють задані початкові умови;
- 2) визначати типи ДР вищих порядків, що припускають зниження порядку, володіння основними методами зниження порядку;
- 3) користуватися теоремами існування та єдиності;;
- 4) інтегрувати лінійні ДР n -го порядку зі сталими коефіцієнтами; знаходити розв'язки, що задовольняють задані початкові або граничні умови;
- 5) володіти основними методами наближеного інтегрування ДР – за допомогою степеневих рядів, метода ітерацій, числових методів;
- 6) інтегрувати лінійні системи ДР зі сталими коефіцієнтами;
- 7) інтегрувати ДР з частинними похідними 1-го порядку;
- 8) розв'язувати рівняння Фредгольма з виродженим ядром.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Диференціальні рівняння 1-го порядку, інтегровні в квадратурах. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші.

Поняття ДР n -го порядку, поняття розв'язку ДР, приклади. Задачі, що приводять до ДР. ДР 1-го порядку, розв'язане відносно похідної, його геометричний та фізичний зміст. Інтегральна крива, задачі Коші, загальний та частинний розв'язки, загальний інтеграл. Інтегровні типи ДР 1-го порядку, розв'язані відносно похідної, алгоритми інтегрування. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші: формулювання, основні етапи доведення, наслідки. ДР 1-го порядку, не розв'язані відносно похідної, основні випадки інтегрованості. Рівняння Лагранжа та Клеро. Особливі розв'язки, обвідна сім'ї кривих. ДР 2-го порядку, задача Коші, її фізичний та геометричний зміст. ДР вищих порядків, які припускають зниження порядку.

Змістовий модуль 2

Лінійні диференціальні рівняння n -ого порядку.

Лінійне ДР n -ого порядку, задача Коші, теорема існування та єдності розв'язку. Лінійна залежність та незалежність функцій на проміжку. Визначник Вронського системи функцій. Фундаментальна система розв'язків (ФСР) лінійного однорідного ДР n -ого порядку. Структура загального розв'язку лінійного однорідного ДР n -ого порядку (ЛОДР- n). Структура загального розв'язку лінійного неоднорідного ДР n -ого порядку (ЛНДР- n). ЛОДР- n зі сталими коефіцієнтами, побудова загального розв'язку. ЛНДР- n зі сталими коефіцієнтами, побудова загального розв'язку. ДР, що описують коливні явища. Деякі ЛОДР-2 зі змінними коефіцієнтами. Рівняння Ейлера, рівняння Бесселя, рівняння Ейрі. Поліноми Чебишова та Ерміта. Інтегрування ЛОДР-2 за допомогою степеневих рядів. Поняття про граничні задачі.

Змістовий модуль 3.

Системи диференціальних рівнянь.

Нормальні системи ДР, загальні поняття. Інтеграл та перший інтеграл нормальної системи, загальний інтеграл. Лінійні однорідні системи ДР, властивості розв'язків. Лінійна залежність та незалежність систем вектор-функцій. Критерій лінійної незалежності розв'язків лінійної однорідної системи ДР (ЛОСДР). ФСР ЛОСДР. Теорема про загальний розв'язок ЛОСДР. Структура загального розв'язку лінійної неоднорідної системи ДР. Лінійні системи ДР зі сталими коефіцієнтами, побудова загального розв'язку. Поняття о стійкості розв'язків за Ляпуновим. Стійкість лінійних систем зі сталими коефіцієнтами. Критерії стійкості нелінійних систем за першим наближенням. Класифікація особливих точок лінійної однорідної системи 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами. Консервативна система з одним ступенем вільності, побудова фазового портрету за допомогою графіка потенціальної енергії.

Змістовий модуль 4

Лінійні рівняння з частинними похідними 1-го порядку. Інтегральні рівняння

Системи звичайних диференціальних рівнянь у симетричній формі, інтегровні комбінації. Лінійне однорідне ДР з частинними похідними 1-го порядку (ЛОДРЧП-1). Зв'язок з системою звичайних ДР у симетричній формі. Задача Коші для ЛОДРЧП-1. Лінійне неоднорідне рівняння з частинними похідними 1-го порядку (ЛНДРЧП-1), задача Коші. Поняття про інтегральні рівняння (ІР), основні класи ІР. Задачі, які приводять до ІР. Теорія Фредгольма, резольвента. ІР Фредгольма з виродженим ядром. Альтернатива Фредгольма.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма							Заочна форма					
	Форма контролю	Усього	у тому числі				Форма контролю	Усього	у тому числі				
			л	п	лаб	ср			л	п	лаб	ср	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Змістовий модуль 1. ДР 1-го порядку, інтегровні в квадратурах. Теорема існування та єдиності.													
Тема 1. Інтегровні ДР-1	КР, КО	12	4	8		2	КР, КО						
Тема 2. Теорема існування	КО	2	2	0		2							
Тема 3. ДР-2, що припускають зниження порядку	КР, КО	6	2	4		1							
Змістовий модуль 2. Лінійні диференціальні рівняння n -ого порядку.													
Тема 1. Загальна теорія ЛДР- n .	КО	8	4	0		2							
Тема-2. ЛДР- n зі сталими коефіцієнтами	КР, КО	8	2	4		2							
Тема 3. ЛДР-2 зі змінними коефіцієнтами	КО	4	2	0		1							
Змістовий модуль 3. Системи диференціальних рівнянь.													
Тема 1. Нормальні системи ДР. Загальна теорія лінійних систем ДР	КО	6	4	2	0	1							
Тема 2. Лінійні системи ДР зі сталими коефіцієнтами	КР, КО	12	2	6	0	2							
Тема 3. Елементи теорії стійкості за Ляпуновим	КО	9	4	2	0	1							
Змістовий модуль 4. Лінійні ДР з частинними похідними 1-го порядку. Інтегральні рівняння.													
Тема 1. Системи ЗДР у симетричній формі. ЛОДРЧП-1. ЛНДРЧП-1.	СР, КО	13	4	2	0	1							
Тема 2. Інтегральні рівняння	КО	7	2	2	0	1							

5. Теми семінарських занять

Див. Теми практичних занять

6. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість
---	------------	-----------

з/п		годин
1	ДР 1-го порядку, розв'язані відносно похідної	6
2	Тема: ДР вищих порядків, що припускають зниження порядку	4
3	ДР 1-го порядку, не розв'язані відносно похідної	2
5	Тема: ДР вищих порядків, що припускають зниження порядку	4
7	Лінійні ДР n -го порядку зі сталими коефіцієнтами	4
10	Лінійні системи ДР зі сталими коефіцієнтами	2
11	Елементи теорії стійкості за Ляпуновим	2
12	Системи ДР у симетричній формі	2
13	ЛДРЧП-1	2
14	Інтегральні рівняння	2

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	ДР-1, інтегровані в квадратурах	2
2.	Теорема існування та єдиності	2
3.	ДР вищих порядків, що припускають зниження порядку	1
4.	Загальна теорія ЛДР- n	2
6	ЛДР- n зі сталими коефіцієнтами	2
7.	ЛДР- n зі змінними коефіцієнтами	1
8.	Нормальні системи ДР	1
9.	Лінійні системи зі сталими коефіц.	2
10.	Елементи теорії стійкості	1
11.	ЛДРЧП-1	1
12.	Інтегральні рівняння	1

[1] – підготовка до лекцій, практичних, семінарських, лабораторних занять;

[2] – написання рефератів, есе;

[3] -

9. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

10. Методи навчання

Лекції, практичні заняття, самостійна робота студентів

11. Методи контролю

Контрольні роботи, контрольне опитування з теоретичного матеріалу

12. Питання для підсумкового контролю

1 заліковий модуль

1. Поняття диференціального рівняння (д.р.) n -го порядку. Поняття розв'язку д.р., приклади. Д.р. 1-го порядку, розв'язане відносно похідної, геометричний зміст, поле напрямів. Фізичний зміст, поле швидкостей.
2. Розв'язок д.р. 1-го порядку, інтегральна крива, задача Коші, її геометричний зміст, загальний розв'язок.
3. Д.р. 1-го порядку з відокремлюваними змінними.
4. Однорідне д.р. 1-го порядку, його геометричний зміст. Рівняння, звідні до однорідного.
5. Лінійне д.р. 1-го порядку. Метод варіації довільної сталої побудови загального розв'язку.
6. Рівняння Бернуллі.
7. Рівняння Ріккати.
8. Д.р. у повних диференціалах.
9. Інтегруючий множник, частинні випадки його побудови.
10. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші для д.р. 1-го порядку (ТІЄР). Еквівалентність задачі Коші інтегральному рівнянню.
11. ТІЄР. Побудова послідовних наближень.
12. ТІЄР. Відображення області в себе.
13. ТІЄР. Збіжність процесу послідовних наближень.
14. ТІЄР. Оцінка швидкості збіжності.
15. ТІЄР. Граничний перехід.
16. ТІЄР. Єдиність розв'язку.
17. ТІЄР. Продовжуваність розв'язку, приклади.
18. Д.р. 1-го порядку, не розв'язані відносно похідної. Теорема існування та єдиності розв'язку. Інтегральна крива, загальний інтеграл.
19. Випадок рівняння, розв'язаного відносно y .
20. Випадок рівняння, розв'язаного відносно x .

21. Рівняння Лагранжа і Клеро.
22. Особливі розв'язки д.р., не розв'язаного відносно похідної. Дискримінантна крива.
23. Обвідна сім'ї кривих.
24. Рівняння вищих порядків. Поняття розв'язку, задачі Коші, загального розв'язку. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші для д.р. n -го порядку, розв'язаного відносно старшої похідної.
25. Д.р. 2-го порядку, фізичний зміст. Задача Коші, її геометричний та фізичний зміст.
26. Д.р. 2-го порядку, що припускають зниження порядку. Випадки $F(x, y, y', y'') = 0$, $F(y, y', y'') = 0$.
27. Д.р. 2-го порядку, що припускають зниження порядку. Випадки однорідності та квазіоднорідності.
28. Лінійне рівняння n -ого порядку, задача Коші, теорема існування та єдиності розв'язку. Лінійний диференціальний оператор, його властивості.
29. Лінійна залежність та незалежність функцій на проміжку. Визначник Вронського, необхідна умова лінійної залежності функцій на проміжку.
30. Необхідна і достатня умова лінійної незалежності n розв'язків лінійного однорідного д.р. n -ого порядку (ЛОДР- n).
31. Властивості вронскіана розв'язків ЛОДР- n .
32. Фундаментальна система розв'язків (ФСР) ЛОДР- n . Приклади. Теорема про існування ФСР.
33. Теорема про структуру загального розв'язку ЛОДР- n .
34. Нормована ФСР. Побудова нормованої ФСР за будь якою ФСР.
35. Побудова ЛОДР- n , що має задану ФСР.
36. Формула Остроградського-Ліувілля.
37. Теорема про структуру загального розв'язку лінійного неоднорідного д.р. n -ого порядку (ЛНДР- n).
38. Метод варіації довільних сталих побудови загального розв'язку ЛНДР- n .
39. ЛОДР- n зі сталими коефіцієнтами. Характеристичне рівняння (х.р.). Побудова загального розв'язку у випадку простих дійсних коренів х.р.
40. Побудова загального розв'язку ЛОДР- n зі сталими коефіцієнтами у випадку простих комплексних коренів х.р.
41. Побудова загального розв'язку ЛОДР- n зі сталими коефіцієнтами у випадку кратних коренів х.р.
42. ЛНДР- n зі сталими коефіцієнтами і спеціальним видом правої частини. Побудова частинного розв'язку у випадку I.
43. ЛНДР- n зі сталими коефіцієнтами і спеціальним видом правої частини. Побудова часткового розв'язку у випадку II.

44. Лінійні д.р. 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами. Коливні явища.

2-й заліковий модуль

1. Рівняння Ейлера.
2. Рівняння Чебишова. Поліноми Чебишова.
3. ЛДР- n зі змінними коефіцієнтами. Зведення ЛОДР- n до вигляду, який не містить першої похідної. Інваріант ЛОДР- n .
4. Самоспряжений вигляд, зведення до самоспряженого вигляду.
5. Побудова загального розв'язку ЛОДР- II , коли відомо один частковий розв'язок.
6. Інтегрування ЛОДР- II за допомогою степеневих рядів.
7. Крайова задача для ЛДР- II . Типи крайових задач. Зведення задачі з неоднорідними крайовими умовами до задачі з однорідними крайовими умовами.
8. Теорема про існування нетривіального розв'язку однорідної крайової задачі.
9. Функція Гріна крайової задачі, її властивості.
10. Розв'язання неоднорідної крайової задачі за допомогою функції Гріна.
11. Нормальні системи диференціальних рівнянь. Загальні поняття. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші.
12. Загальний розв'язок нормальної системи.
13. Інтеграл та перший інтеграл нормальної системи. Загальний інтеграл. Необхідна і достатня умова незалежності інтегралів.
14. Теорема про кількість незалежних інтегралів.
15. Зниження порядку системи за допомогою перших інтегралів.
16. Інтегрування нормальної системи II порядку за допомогою функцій комплексної змінної.
17. Лінійні однорідні системи диференціальних рівнянь, властивості розв'язків.
18. Лінійна залежність та незалежність систем вектор-функцій. Необхідна умова лінійної залежності вектор-функцій на проміжку.
19. Критерій лінійної незалежності розв'язків системи лінійних диференціальних рівнянь.
20. Формула Остроградського–Ліувілля для системи ЛДР.
21. Фундаментальна система розв'язків лінійної системи ДР. Теорема про існування ФСР.
22. Теорема про загальний розв'язок ЛОСДР.
23. Структура загального розв'язку ЛНСДР.

24. Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Характеристичне рівняння. Побудова загального розв'язку ЛОСДР зі сталими коефіцієнтами у випадку простих дійсних кореней характеристичного рівняння.
25. Побудова загального розв'язку ЛОСДР зі сталими коефіцієнтами у випадку простих комплексних кореней характеристичного рівняння.
26. Побудова загального розв'язку ЛОСДР зі сталими коефіцієнтами у випадку кратних дійсних кореней характеристичного рівняння.
27. Зведення одного ДР n -ого порядку до системи та системи до одного рівняння.
28. Означення стійкості розв'язків за Ляпуновим. Асимптотична стійкість.
29. Стійкість лінійних систем зі сталою матрицею коефіцієнтів.
30. Критерій Рауса – Гурвіца.
31. Критерії стійкості за першим наближенням.
32. Класифікація особливих точок лінійної однорідної системи II-го порядку зі сталими коефіцієнтами. Вузол та сідловина.
33. Класифікація особливих точок лінійної однорідної системи II-го порядку зі сталими коефіцієнтами. Фокус та центр.
34. Характер особливих точок нелінійних автономних систем II-го порядку.
35. Консервативна система з одним ступенем вільності. Побудова фазового портрету за допомогою графіка потенціальної енергії.
36. Система диференціальних рівнянь у симетричній формі. Властивість інтегралів. Інтегровні комбінації.
37. Лінійне однорідне диференціальне рівняння у частинних похідних 1-го порядку (ЛОДРЧП-1). Зв'язок з системою у симетричній формі.
38. Задача Коші для ЛОДРЧП-1. Алгоритм розв'язання.
39. Лінійне неоднорідне диференціальне рівняння у частинних похідних 1-го порядку (ЛНДРЧП-1).
40. Задача Коші для ЛНДРЧП-1. Алгоритм розв'язання.
41. Основні класи інтегральних рівнянь. Теорія Фредгольма.
42. Інтегральні рівняння Фредгольма з виродженим ядром.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Формальні модулі	Теми	Форма звітності	Хто проводить	Час проведення	Бали
I модуль					
1.	ДР-1, розв'язані відносно похідної.	КР	Асистент	3 тиждень	10
2.	Теорема існування. ДР-1, не розв'язані відносно похідної	КР, КО	Лектор, асистент	5 тиждень	10
3.	ДР- <i>n</i> , припускаючи зниження порядку	КР	Асистент	6 тиждень	10
4.	Загальна теорія ЛДР- <i>n</i> .	КО	Лектор	7 тиждень	10
5.	ЛДР- <i>n</i> зі сталими коефіцієнтами	КР	Асистент	8 тиждень	10
6.	ЛДР-2 зі змінними коефіцієнтами	КО	Лектор	10 тиждень	10
Підсумкова співбесіда за результатами ІЗ, КР та СР та виставлення підсумкових оцінок за I модуль.			Лектор, асистент	11 тиждень	40
II модуль					
1.	Нормальні системи ДР. Загальна теорія лінійних систем ДР	КО	Лектор	12 тиждень	10
2.	Лінійні системи зі сталими коефіцієнтами	КР	Асистент	13 тиждень	20
3.	Елементи теорії стійкості за Ляпуновим	КО	Лектор	16 тиждень	15
4.	Системи ЗДР у симетричній формі. ЛОДРЧП-1. ЛНДРЧП-1.	КО, СР	Асистент	17 тиждень	15
5.	Інтегральні рівняння	КО	Лектор	19 тиждень	10
Підсумкова співбесіда за результатами ІЗ, КР та СР та виставлення підсумкових оцінок за II модуль.			Лектор	21 тиждень	40

Критерії оцінювання по підсумковому модульному контролю.

- Відповідь повинна бути повною і короткою. Вона не повинна мати в собі матеріал, що не відноситься до суті питання.
- Чітко формулювати твердження, вправно застосовувати необхідні формули і знання основних питань програми.
- Відповіді, що мають помилкові твердження, оцінюються, виходячи з близькості відповіді до правильної.
- Пропуски в обґрунтуванні тверджень враховуються, і це призводить до зменшення кількості балів.
- Малі недоліки, неточності при викладенні матеріалу зменшують кількість балів.
- Незнання і нерозуміння основної ідеї теоретичного питання або задачі призводить до зняття до 90% балів.
- Якщо відповідь на питання відсутня, то виставляється нуль балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	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

13. Методичне забезпечення

1. *Щоголев С. А., Дрік Н. Г., Кореновський Арк. О.* Диференціальні та інтегральні рівняння. Навчальний посібник. Одеса, ОНУ, 2017. – 400 с.
2. *Вітриченко І. Є.* Конспект лекцій з курсу «Диференціальні та інтегральні рівняння» для спеціальності 7.070101 «Фізика» (4 частини). – Одеса, 1998.

14. Рекомендована література Основна

1. *Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О.* Диференціальні рівняння. – К.:Либідь, 2003.
2. *Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О.* Диференціальні рівняння в задачах. – К.: Либідь, 2003.
3. *Ляшко І.І., Боярчук О.К., Гай Я.Г., Калайда О.Ф.* Диференціальні рівняння. – К.: Вища школа, 1981.
4. *Гой Т.П., Махней О.В.* Диференціальні та інтегральні рівняння. – Ів.-Франківськ, 2012.
5. *Степанов В.В.* Курс дифференциальных уравнений. – М.: ГИМФЛ, 1958.

6. *Филиппов А. Ф.* Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М. Наука, 1979.
7. *Краснов М. Л.* Интегральные уравнения. – М.: Наука, 1975.

Додаткова

1. *Матвеев Н.М.* Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: ВШ, 1967.
2. *Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г.* Дифференциальные уравнения. – М: Наука, 1985.
3. *Векуа Н.П.* Некоторые вопросы теории дифференциальных уравнений и приложения в механике. – М.: Наука, 1991.
4. *Петровский И.Г.* Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1970.
5. *Петровский И.Г.* Лекции по теории интегральных уравнений. – М.: Изд-во МГУ, 1984.
6. *Краснов М.Л., Киселёв А.И., Макаренко Г.И.* Сборник задач по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – М.: Высшая школа, 1978.
7. *Владимиров В.С., Михайлов В.П. и др.* Сборник задач по уравнениям математической физики. – М.: Наука, 1974.

15. Електронні інформаційні ресурси

<http://www.twirpx.com>

