

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету)

Кафедра теоретичної фізики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ ТА ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10. Природничі науки
(шифр і назва)

спеціальність 104. Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма Фізичне матеріалознавство/Неметалічне матеріалознавство
(назва освітньої програми)

спеціалізація _____
(за наявності) (назва спеціалізації)

вид дисципліни обов'язкова *ОК 1.33*

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2023/2024</u>
Семестр	<u>3</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>6</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: Романенко О.В., Тарнавський О.С.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник(и): Романенко О.В., доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної фізики.

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____


(підпис)

(Романенко О.В.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 19 від «27» травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту (педагогічною радою коледжу)

Протокол від «10» червня 2022 року № 127

Голова науково-методичної комісії _____

(підпис)

(Овесь О.І.)
(прізвище та ініціали)

Голова педагогічної ради (для коледжів)

«10» червня 2022 року

2

1. Мета дисципліни – Курс «Диференціальні рівняння та чисельні методи» має за мету надати знання з важливих для вивчення теоретичної фізики розділів математики. Диференціальні рівняння є основним математичним засобом формулювання майже всіх законів фізики і вміння їх розв'язувати є необхідною вимогою для вивчення переважної більшості теоретичних дисциплін

2

фізичного та математичного спрямування. За матеріалом він продовжує курс «Диференціальні рівняння», який студенти вивчали попередньо.

Методи обчислень важливими для вивчення теоретичної та експериментальної фізики розділу математики, яка є основою для використання обчислювальної техніки у природничих науках для розв'язку сучасних задач.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Володіти основами математичного аналізу та лінійної алгебри. Зокрема, вміти виконувати основні операції інтегрування та диференціювання.
- Володіти елементарними методами розв'язування диференціальних рівнянь.
- Володіти основами мови програмування C.
- Володіти елементарними методами розв'язування та трансцендентних рівнянь.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Нормативна дисципліна «Диференціальні рівняння та чисельні методи» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр фізики” та базовою для вивчення всіх фізичних дисциплін. Програма курсу орієнтована на студентів, які вже знайомі з математичним аналізом, основами лінійної алгебри, та базовими методами програмування та деякими методами розв'язування диференціальних рівнянь. Результати навчання полягають у знанні основних наближених методів розв'язування диференціальних та алгебраїчних рівнянь, побудові наближень для функцій, та методів інтегрування. Важливим є вироблення навичок для самостійної розробки алгоритму для реалізації різних математичних моделей, які трапляються на практиці. Результати навчання полягають у знанні загальних властивостей звичайних диференціальних рівнянь та їх систем, постановки диференціальних задач та дослідження стійкості їх розв'язків. Важливим є вироблення навичок аналізу та розв'язку стандартних типів диференціальних рівнянь, які типові для законів фізики.

Методи викладання: лекції, консультації, практичні заняття. Методи оцінювання: опитування в процесі практичних занять, перевірка завдань. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – освоєння студентами методів аналізу, та розв'язку основних типів диференціальних рівнянь, зокрема, лінійних рівнянь та систем першого порядку, задач з межовими умовами (задача Штурма-Ліувілля), задач на побудову функції Гріна. Також володіння елементарними наближеними методами розкладу у степеневі ряди та у асимптотичні ряди по малому параметру. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, в тому числі, електронних ресурсів, та здатність студентів до абстрактного мислення, аналізу та синтезу матеріалу з всіх близьких математичних дисциплін та фізичних аналогій.

Також освоєння студентами методів числового аналізу, основ написання алгоритмів наближених обчислень та реалізації у вигляді комп'ютерних програм. Вміння аналізувати та оцінювати обчислювальні похибки. Знання практичного застосування числових методів для отримання результатів у теоретичних моделях та для аналізу експериментальних даних.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти *інтегральну компетентність*:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується складністю та невизначеністю умов.

наступні **загальні компетентності**:

- ЗК2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- ЗК6. Навички міжособистісної взаємодії.
- ЗК9. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- ЗК12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

фахові компетентності:

- ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.
- ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- ФК4. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
- ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	1.1 Точність операцій комп'ютерних обчислень. Операції з дійсними числами, машинний епсілон. Методи пошуку коренів трансцендентних рівнянь. Точність наближеного розв'язку. Швидкість збіжності методу.	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	5
	1.2 Загальні властивості лінійних диференціальних задач	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	5
	1.3 Постановка задачі інтерполяції. Вибір критерію інтерполяції та класу функцій. Задача апроксимації	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	10
	1.4. Основні наближені методи розв'язування диференціальних рівнянь	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	10
	1.5 Квадратурні формули Ньютона-Котеса та Гаусса. Наближені методи розв'язку звичайних диференціальних рівнянь. Однокрокові та багатокрокові методи.	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	10
	1.6 Властивості межових задач та	Лекція, практичне	Задачі, усні	10

	метод функцій Гріна	заняття	відповіді	
	1.7 Системи лінійних рівнянь, метод Гаусса та його модифікації.	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	10
2	2.1 Аналіз характерних комп'ютерних чисел. Алгоритми половинного поділу, хорд, Ньютона, простої ітерації.	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	5
	2.2 Вміти розв'язувати лінійні диференціальні рівняння та системи методом невизначених коефіцієнтів та методом варіації сталої	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	5
	2.3 Інтерполяція Лагранжа та Ньютона. Метод найменших квадратів.	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	5
	2.4 Вміти будувати наближений розв'язок у вигляді ряду	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	5
	2.5 Квадратурні формули Ньютона-Котеса нижчих порядків та Гаусса.. Методи Ейлера та Рунге-Кутга.	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	5
	2.6 Вміти будувати функцію Гріна.	Лекція, практичне заняття	Задачі, усні відповіді	10
	2.7 Метод Гаусса та трикутний розклад.	Практичне заняття	Задачі, усні відповіді	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни			1	2
Програмні результати навчання				
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.			+	+
ПРН7. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.			+	+
ПРН9. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.			+	+
ПРН10. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.			+	+
ПРН25. Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітніх траєкторій та професійного розвитку.				

7. Структура курсу

Курс складається з 2-х змістових модулів у другому семестрі та включає в себе всього 29 годин лекцій та 56 годин практичних занять.

8. Схема формування оцінки:

8.1 Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням *Min.* – рубіжної та *Max.* кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання 2 семестр:

1. Модульна контрольна робота РН 1.4, 2.1 (10 балів).
2. Модульна контрольна робота РН 2.3 (10 балів).
3. Задачі, самостійна робота (20 балів).

	ЗМ1	ЗМ2	іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>24</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>100</u>

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше **36 балів**.

Отже,

1. підсумкове оцінювання у формі іспиту. На іспиті максимально можна отримати **40 балів**.
2. умови допуску до іспиту: розв'язок не менше **30 %** задач, що виносяться на самостійну роботу.

8.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

Диференціальні рівняння: Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання письмових самостійних завдань, контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять. Студент може отримати максимально **30** балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, доповнення на практичних заняттях, контрольні роботи (по **15** балів в кожному змістовому модулі). Модульний контроль: 2 модульні контрольні роботи.

Числові методи: контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний контроль знань. Студент може отримати максимально **30** балів за виконання індивідуальних завдань (по 15 балів за кожен модуль).

Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту (**40** балів), остаточна оцінка є сумою двох семестрових за практичні заняття по диференціальних рівняннях та числових методах, та екзаменаційної.

8.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

9. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій, практичних занять та самостійних робіт

№ теми	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	Практичні заняття	Самост. робота
<i>Змістовий модуль 1</i>				
1	Вступ. Точність операцій комп'ютерних обчислень.	2	4	7
2	Методи пошуку коренів трансцендентних рівнянь.	2	4	7
3	Інтерполяція функцій	2	4	7
4	Апроксимація функцій	2	4	7
5	Системи лінійних диференціальних рівнянь.	3	4	7
6	Деякі методи інтегрування нелінійних систем рівнянь.	2	4	7
7	Побудова наближених розв'язків диференціальних рівнянь у вигляді рядів.	2	6	7
8	Числові методи розв'язку систем лінійних рівнянь	2	4	7
	Модульна контрольна робота 1		2	
<i>Змістовий модуль 2</i>				
9	Лінійні диференціальні задачі. Побудова розв'язку неоднорідних задач. Функція Гріна	3	4	7
10	Методи наближеного інтегрування	2	6	7
11	Числові методи розв'язування диференціальних рівнянь	2	4	7
12	Спектральна задача. Задача Штурма-Ліувілля.	2	4	7
13	Стійкість розв'язку диференціальних рівнянь.	2	4	7
	Модульна контрольна робота 2		2	
Всього		28	60	91

Загальний обсяг 180 год.¹, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 28 год.

Семінари – год.

Практичні заняття - 60 год.

Лабораторні заняття - ____ год.

Тренінги - ____ год.

Консультації - 1 год.

Самостійна робота – 91 год.

9. Рекомендовані джерела

1. С. М. Єжов, Методи обчислень, К. ВПЦ ``Київський університет'', 2000.
2. А. А. Самарский, Введение в численные методы, М., Наука, 1987.
3. Е. А. Волков, Численные методы, М., Наука, 1987.
4. Н. С. Бахвалов, Численные методы, I, М., Наука, 1975.
5. Дж. Ортега, У. Пул, Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений, М., Наука, 1986.
6. Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер, Машинные методы вычислений, М., «Мир», 1980.
7. Д. Каханер, К. Моулер, С. Нэш, Численные методы и программное обеспечение, М., «Мир», 1998.
8. Д. Поттер, Вычислительные методы в физике, М., Мир, 1975.
9. Уилкинсон Дж., Райнш К. Справочник алгоритмов на языке АЛГОЛ, М., 1976.
10. Л. Э. Эльсгольц. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М., Наука, 1999, 424 с.
11. В. В. Степанов Курс дифференціальних рівнянь. Київ, «Радянська школа», 1953, 444 с.
12. Гудименко Ф.С., Дифференціальні рівняння, Видиаництво КДУ ім. Т.Г Шевченка, Київ, 1958, 208с.
13. А.Н. Тихонов, А.Б. Васильева, А.Г. Свешников, Дифференциальные уравнения, М. «Наука», 1985, 232 с.
14. А. Ф. Филиппов. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М., НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2000, 175 с.
15. А. М. Самойленко, С. А. Кривошея, М. О. Перестюк. Дифференціальні рівняння в прикладах і задачах. Київ, "Либідь", 2003, 395 с.

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.