

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету (директор
навчально-наукового інституту)
фізичний факультет
(вказати назву структурного підрозділу)


ВОВК Руслан Володимирович
(вказати П.І.Б. керівника)
“ 30 ” 08 2025р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Спецпрактикум Асимптотичні методи у фізиці

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)

спеціальність 104 Фізика та астрономія
(шифр і назва)

освітня програма освітньо-професійна програма “Фізика”

спеціалізація

вид дисципліни обов’язкова
(обов’язкова / за вибором)

факультет фізичний

2025 / 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

“ 29 ” 08 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Аксьонова Наталія Анатоліївна, кандидат фіз.-мат. наук. доцент

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

Протокол від “ 27 ” 08 2025 року № 18

Завідувач кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця


(підпис)

Рашба Г.І.
(прізвище та ініціали)

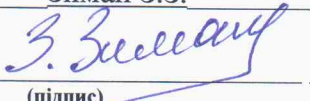
Програму погоджено з гарантом освітньої програми

фізика (спеціальність 104 – фізика та астрономія)

назва освітньої програми

Гарант освітньо - професійної програми

(керівник проектної групи) Зиман З.З.


(підпис)

Зиман З.З.
(прізвище та ініціали)

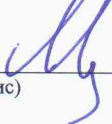
Програму погоджено методичною комісією

фізичного факультету

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 28 ” 08 2025 року № 5

Голова методичної комісії фізичного факультету


(підпис)

Макаровський М.О.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Асимптотичні методи у фізиці» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого рівню вищої освіти – магістр спеціальності (напряму) – Е5 – «фізика та астрономія»
освітньо-професійна програма – фізика

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Асимптотичні методи у фізиці» є формування уявлень студентів про основні теоретико-математичні методи обчислення наближених виразів та розв'язків рівнянь.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни «Асимптотичні методи у фізиці»

- ознайомлення студентів з методами наближених обчислень,
- вивчення студентами термінів, які пов'язані із асимптотиками,
- навчити студентів обирати адекватні підходи для вирішення фізичних задач наближеними методами за допомогою навчальної та довідкової літератури.

1.3. Кількість кредитів 3.

1.4. Загальна кількість годин 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
За вибором
Денна форма навчання
Рік підготовки
2-й
Семестр
3-й
Лекції
Не передбачені навчальним планом
Практичні, семінарські заняття
Не передбачені навчальним планом
Лабораторні заняття
54 год.
Самостійна робота
36 год.
Індивідуальні завдання
Не передбачені навчальним планом
Залік

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

Знати, розуміти та бути здатним застосовувати на базовому рівні принципи та методи обчислення наближених виразів та розв'язків рівнянь математичної та теоретичної фізики.

Бути здатними застосовувати відповідні асимптотичні методи для наближеного розв'язку математичних та фізичних задач, впроваджувати здобуті фундаментальні знання з цього розділу при розробці нових наукових методик для адекватних наближених розрахунків задач сучасної теоретичної фізики.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Цикл лабораторних робіт 1. Простіші наближені обчислення

Тема 1. Введення в асимптотичні методи. Чисельні та спеціальні функції. Асимптотичне розкладання функцій.

Тема 2. Рівняння в частинних похідних. Приклади з фізики.. Інтегрування частинами.

Тема 3. Ряди. Ступеневі ряди. Ряд Тейлора та Маклорена.

Тема 4. Символи Ландау «О» (велике) та «о» (мале). Обчислення і оцінка похибки.

Тема 5. Трансцендентні рівняння. Неявні функції. Метод обернення Лагранжа.

Тема 6. Асимптотичне обчислення сум. Геометричні та графічні наближення.

Цикл лабораторних робіт 2. Наближене розв'язання диференціальних рівнянь

Тема 7. Асимптотичні розв'язки диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння з малим параметром.

Тема 8. Чисельні методи

Тема 9. Аналітичні методи. Метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа).

Тема 10. Сингулярно збуджені диференціальні рівняння.

Тема 11. Метод Ван-дер-Поля. Слабка нелінійність у рівняннях коливань. Метод ангармонічних коливань.

Тема 12. Графіки розв'язків диференціальних рівнянь. Метод фазової площини. Фазовий портрет.

Цикл лабораторних робіт 3. Асимптотичне обчислення інтегралів

Тема 13. Асимптотики інтегралів. Загальні методи наближеного обчислення інтегралів.

Тема 14. Метод малого параметра.

Тема 15. Метод виділення основного внеску.

Тема 16. Метод Лапласа. Метод інтегрування частинами.

Тема 17. Інтеграли Фур'є.

Тема 18. Метод стаціонарної фази. Метод перевалу.

3. Структура навчальної дисципліни (часи поменялись!!!)

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Простіші наближені обчислення						
Тема 1	5			3		2
Тема 2	5			3		2
Тема 3	5			3		2
Тема 4	5			3		2
Тема 5	5			3		2
Тема 6	5			3		2
Разом за розділом 1	30			18		12
Розділ 2. Наближене розв'язання диференціальних рівнянь						
Тема 7	5			3		2
Тема 8	5			3		2
Тема 9	5			3		2
Тема 10	5			3		2
Тема 11	5			3		2
Тема 12	5			3		2

Разом за розділом 2	30			18		12
Розділ 3. Асимптотичне обчислення інтегралів						
Тема 13	5			3		2
Тема 14	5			3		2
Тема 15	5			3		2
Тема 16	5			3		2
Тема 17	5			3		2
Тема 18	5			3		2
Разом за розділом 3	30			18		12
Усього годин	90			54		36

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Практичні заняття навчальним планом не передбачені.

5. Завдання для самостійної роботи

Пояснення щодо того, що повинен зробити студент під час самостійної роботи.

1. По всіх нижче вказаних темах прочитати відповідні параграфи в підручниках [1–7]
2. Опрацювати конспекти лабораторних занять
3. Самостійно знайти розв'язки відповідних практичних завдань та підготуватися до захисту лабораторних робіт.

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	2	2
Тема 1.	Обчислення і оцінка похибки.	2
Тема 2.	Трансцендентні алгебраїчні рівняння.	2
Тема 3.	Неявні функції. Метод обернення Лагранжа.	2
Тема 4.	Асимптотичне обчислення сум.	2
Тема 5.	Асимптотики в геометрії.	2
Тема 6.	Наближена побудова графіків функцій.	2
Тема 7.	Диференціальні рівняння з малим параметром.	2
Тема 8.	Рішення диференціальних рівнянь в околі особливої точки.	2
Тема 9.	Сингулярно збурені диференціальні рівняння.	2
Тема 10.	Слабка нелінійність в рівняннях коливань.	2
Тема 11.	Наближені графіки розв'язків диференціальних рівнянь.	2
Тема 12.	Фазові портрети.	2
Тема 13.	Загальні методи наближеного обчислення інтегралів.	2
Тема 14.	Використання інтегрування по частинах для наближеного обчислення.	2
Тема 15.	Асимптотичні вирази для перетворення Фур'є.	2
Тема 16.	Метод стаціонарної фази.	2
Тема 17.	Метод Лапласа.	2
Тема 18.	Метод перевалу.	2
	Разом	36

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

7. Методи контролю

Поточне опитування, захист лабораторних робіт, письмовий залік.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, захист лабораторних робіт				Залік	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Разом		
T1-T6	T7-T12	T13-T18			
20	20	20	60	40	100

Для зарахування заліку студент повинен здати три цикли лабораторних робіт, виконати домашні завдання і набрати не менше 10 балів за кожний з розділів (циклів робіт). Для допуску до письмового заліку треба отримати за підсумками поточного контролю не менше 30 балів. За письмовий залік треба отримати не менше 20 балів та в підсумку не менше 50 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Frank W. J. Olver, Asymptotics and Special Functions, New York: Academic Press, 1997, 553 p.
2. George B. Arfken, Hans J. Weber, Frank E. Harris, Mathematical methods for phisicists, A Comprehensive Guide, 7-th edition, 2013 Elsevier Inc., 1195 p.
3. М.І. Шкіль. Асимптотичні методи в диференціальних рівняннях. К.: Вища школа, 1971.
4. W. Wasow. Asymptotic expansions for ordinary differential equations. New York: Courier Dover Publications, 2018.
5. Ali H. Nayfeh. Perturbation Methods. WILEY-VCH Verlag GmbH & CO. KGaA, Weinheim, 2004, p. 441
6. Сніжко Н.В. Асимптотичні розвинення інтегралів, залежних від параметра. Запоріжжя: ЗДУ, 2004.
7. Апостолов С. С., Рохманова Т. М. Математичні методи наближених обчислень у теоретичній фізиці. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021.

Допоміжна література

1. П.Ф. Самусенко. Асимптотичне інтегрування сингулярно збурених систем диференціальнофункціональних рівнянь з виродженнями. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2011.
2. A.B. Vasileva, V. F. Butuzov, L. V. Kalachev. The Boundary Function Method for Singular Perturbation Problems. Philadelphia: SIAM, 1995

**10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше
методичне забезпечення**

Сайт кафедри теоретичної фізики:

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/Robochi%20programy/Asimptoticheskie_Metody.PDF