

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету)

Кафедра теоретичної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана/директора
навчальної роботи

[Signature]
2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹
СПЕЦІАЛЬНІ ФУНКЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

(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 фізика
(назва освітньої програми)
спеціалізований
вибірковий блок теоретична фізика
(за наявності) (назва)
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>6</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3,0</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладачі: Хотяїнцев В.М.

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

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


КИЇВ – 2022

¹ Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

Розробники²: Хотяїнцев В.М., канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри теоретичної фізики.
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної фізики


(підпис)

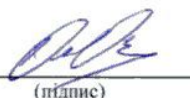
(Решетняк В.Ю.)
(прізвище та ініціали)

Протокол №19 від «27» 05 2022р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту³

Протокол від «10» 06 2022 року № 11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Оліх О.Я.)
(прізвище та ініціали)

« » 20 року

² Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

³ У випадку читання дисципліни, яка не є профільною для факультету чи інституту обов'язковим є погодження з науково-методичною комісією профільного факультету. У випадку економічних та юридичних наук погодження із предметною комісією з економічних та юридичних наук при Науково-методичній раді Університету.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – оволодіння студентами знаннями з теорії спеціальних функцій математичної фізики і окремими спеціальними методами математичної фізики; отримання знань з розв’язання складних математичних задач, які мають застосування у фізиці.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Знати фізику і математику на рівні, що відповідає кваліфікації „бакалавр фізики” на початок 6 семестру; зокрема, для оволодіння дисципліною необхідні знання з курсів „Математичний аналіз”, „Лінійна алгебра”, „Диференціальні рівняння”, „Теорія функцій комплексної змінної”, „Методи математичної фізики” „Квантова механіка”, „Електродинаміка” тощо.
- Вміти застосовувати попередні знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, теорії функцій комплексної змінної математичної фізики.
- Володіти елементарними навичками обчислення похідних, інтегралів, побудови графіків функцій без допомоги комп’ютера, використання інтегральних перетворень Фур’є і Лапласа. Володіти навичками роботи з дельта-функцією, гама-функцією, бета-функцією, циліндричними та іншими спеціальними функціями, які вивчаються у курсі „Методи математичної фізики”.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

Навчальна дисципліна “Спеціальні функції математичної фізики” є складовою освітньо-професійної програми “Фізика”, рівень вищої освіти: перший, за освітнім ступенем “Бакалавр” спеціальності 104 “Фізика та астрономія”. Даний курс за вибором спеціалізованого вибіркового блоку “Теоретична фізика”. Програма курсу орієнтована на студентів, які вже знайомі з математичним аналізом, лінійною алгеброю, звичайними диференціальними рівняннями, теорією функцій комплексної змінної, математичною фізикою, загальними курсами механіки, електрики, оптики, атомної фізики, механіки, електродинаміки тощо, з частиною курсу квантової механіки. Навчальну дисципліну присвячено вивченню теорії спеціальних функцій і пов’язаних з ними спеціальних методів математичної фізики та їх застосуванню на практиці. Результати навчання полягають у здатності розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. Методи викладання: лекції, практичні заняття, консультації, самостійна робота студентів. Методи оцінювання: опитування в процесі занять, контрольні роботи після основних розділів лекційних курсів, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (80%) та заліку (20%).

4. Завдання (навчальні цілі) – оволодіння студентами знаннями з теорії спеціальних функцій математичної фізики і окремими спеціальними методами математичної фізики; отримання знань з розв’язання складних математичних задач, які мають застосування у фізиці, зокрема, здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність студентів до абстрактного мислення, аналізу та синтезу матеріалу з математики і фізичних дисциплін, здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

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», ОПП “Фізика”, дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

інтегральної:

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

загальних:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2).

спеціальних (фахових):

- Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів (ФК2).

5. Результати навчання за дисципліною:

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основні положення теорії лінійних диференціальних рівнянь 2-го порядку у комплексній площині.	<i>Лекції Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, залік</i>	5
1.2	Знати метод Лапласа і вміти розв'язувати диференціальні рівняння за допомогою цього методу.	<i>Лекції, практичні, Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, задачі, залік</i>	10
1.3	Знати теорію методу перевалу і вміти знаходити асимптотики інтегралів методом перевалу та вклади від точок розгалуження	<i>Лекції, практичні, Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, задачі, залік</i>	10
1.4	Знати рівняння Ейрі, вироджене гіпергеометричне і гіпергеометричне рівняння та їх розв'язки	<i>Лекції Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, задачі, залік</i>	10
2.1	Вміти обґрунтувати правило Ландау продовження квазікласичних хвильових функцій через точку повороту і формулу для прозорості товстого квазікласичного бар'єра.	<i>Лекції, практичні, Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, залік</i>	10
2.2	Володіти поняттям аналітичного продовження і принципом аналітичного продовження та застосовувати їх до розв'язання задач	<i>Лекції Самостійна робота</i>	<i>Усні відповіді, задачі, залік</i>	5
2.3	Вміти будувати розв'язки	<i>Лекції, , практичні,</i>	<i>Модульна</i>	15

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

	диференціальних рівнянь за допомогою аналітичного продовження.	Самостійна робота	контрольна робота	
2.4	Знати інтегральні представлення вироджених гіпергеометричних функцій і застосовувати до розв'язання квантовомеханічних задач.	Лекції, практичні, Самостійна робота	Усні відповіді, задачі, залік	10
3.1.	Знати основні інтегральні представлення гіпергеометричної функції, одержувати з них формули аналітичного продовження гіпергеометричного ряду, та знаходити асимптотики розв'язків рівнянь.	Лекції, практичні, Самостійна робота	Усні відповіді, задачі, звіти про виконання самостійної роботи, залік	10
3.2.	Письмово відображати та презентувати результати своїх досліджень	Самостійна робота	Звіти про виконання самостійної роботи	5
4.1	Вміти розв'язувати задачі квантової механіки й електродинаміки, розв'язки яких виражаються через гіпергеометричну функцію.	Практичні, Самостійна робота	Усні відповіді, задачі, звіти про виконання самостійної роботи, залік	10

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

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1
	ПРН4. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, глумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота: РН 2.3 - 20 балів

2. Захист звітів самостійних робіт, усні відповіді, задачі: РН 1.1-1.3, 2.1-2.2, 3.1,3.2,4.1 - 60 балів.

- підсумкове оцінювання: у формі заліку

Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено залік, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час заліку.

Формою проведення заліку є написання письмової роботи з подальшою усною співбесідою. Результатами навчання, які оцінюються на заліку, є РН 1.1-4.1. Максимальна кількість балів, яка може бути отримати здобувачем освіти під час заліку, становить 20 балів за 100 бальною шкалою.

Перекладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умови допуску до підсумкового заліку:

Обов'язковою умовою допуску до заліку є відпрацювання всіх самостійних робіт та написання модульної контрольної роботи. Здобувач освіти не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж 48 балів.¹

7.2. Організація оцінювання:

Модульна контрольна робота проводиться по завершенні тематичних лекцій.

Захист звітів самостійних робіт проводиться упродовж семестру.

	ЗМ1	залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>48</u>	<u>12</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>80</u>	<u>20</u>	<u>100</u>

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

¹ У випадку, коли дисципліна завершується заліком, не менше – 20 балів, а рекомендований мінімум не менше 48 балів, оскільки якщо студент на заліку набрав менше 12 балів (а це 60% від 20 балів, відведених на залік), то вони не додаються до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в заліковій відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Тематичний план лекцій та самостійних робіт

4

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	практичні	самост.р обота	Інші форми контр.
1	Аналітична теорія звичайних лінійних диференціальних рівнянь 2-го порядку у комплексній площині, особливі точки	2		2	
2	Метод Лапласа	2	2	4	
3	Метод перевалу.	2		2	
4	Рівняння Ейрі та його розв'язки, знаходження інтегральних представлень розв'язків рівняння Ейрі методом Лапласа	2	2	4	
5	Дослідження асимптотичної поведінки розв'язків рівняння Ейрі методом перевалу	2		2	
6	Обґрунтування правила Ландау продовження квазікласичних хвильових функцій через точку повороту і формули для розорості товстого квазікласичного бар'єра.	2	2	4	
7	Аналітичне продовження і принцип аналітичного продовження у ТФКЗ. Приклади його застосування.	2		2	
8	Аналітичне продовження як метод побудови розв'язків диференціальних рівнянь	2	2	4	
9	Інтегральне представлення гама-функції в усій комплексній площині. Дослідження асимптотичної поведінки інтегралів: вклади від точок розгалуження.	2		2	
10	Квантовий гармонічний осцилятор і параболічний бар'єр, розв'язання методом Лапласа.	2	2	4	
11	Вироджене гіпергеометричне рівняння і його розв'язки. Вироджений гіпергеометричний ряд.	2		2	
12	Інтегральні представлення вироджених гіпергеометричних функцій та їх асимптотична поведінка. Квантовомеханічні задачі, пов'язані з виродженою гіпергеометричною функцією	2	2	4	
13	Гіпергеометрична функція. Гіпергеометричний ряд. Гіпергеометричне	2		2	

	рівняння та його лінійно незалежні розв'язки.				
14	Основні інтегральні представлення гіпергеометричної функції, аналітичне продовження гіпергеометричного ряду, асимптотична поведінка та частинні випадки гіпергеометричної функції.	2		3	
15	Задачі, розв'язки яких виражаються через гіпергеометричні функції.	2	2	4	
	ВСЬОГО	30	14	45	

Загальний обсяг **90** год.², у тому числі:

Лекцій – **30** год.

Семінари – **0** год.

Практичні заняття – **14** год.

Лабораторні заняття – **0** год.

Тренінги – **0** год.

Консультації - **1** год.

Самостійна робота - **45** год.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА³:

Основна: (Базова)

1. Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции, том 1. Гипергеометрическая функция, функции Лежандра. М.: Наука, 1967 ([djvu](#))

Додаткова:

2. Бейтмен Г., Эрдейи А. Таблицы интегральных преобразований. Том 1: Преобразования Фурье, Лапласа, Меллина. М.: Наука, 1969 ([djvu](#))
3. Бейтмен Г., Эрдейи А. Таблицы интегральных преобразований. Том 2: Преобразования Бесселя, интегралы от специальных функций М.: Наука, 1970 ([djvu](#))
4. Абрамовиц М., Стиган И. Справочник по специальным функциям. – М.: Наука, 1979.
5. Никифоров А.Ф., Уваров В. Б. Основы теории специальных функций. – М.: 1974. – 304 с.
6. Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. Лекции по теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1980. – 480 с.

² Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

³ У тому числі Інтернет ресурси