

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА**

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ**

для студентів

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітні програми

**10 Природничі науки
105 Прикладна фізика та наноматеріали
бакалавр
Електроніка та інформаційні технології в медицині
Прикладна фізика, наноелектроніка та комп'ютерні
технології
Еконофізика
Нанофізика та комп'ютерні технології
обов'язкова**

вид дисципліни

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестри	3, 4
Кількість кредитів ETCS	6
Мова навчання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі:

Денис ШЕКА, доктор фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики,

Микола МАКСЮТА, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

Іван ЯСТРЕМСЬКИЙ, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ-2022

Розробники:

Денис ШЕКА, доктор фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри математики та теоретичної радіофізики

_____ **Володимир ВИСОЦЬКИЙ**

Протокол № _____ від «___» _____ 2022 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № _____ від «___» _____ 2022 року

Голова науково-методичної комісії _____ **Сергій РАДЧЕНКО**
«___» _____ 2022 року

ВСТУП

1. Мета навчальної дисципліни «Методи математичної фізики» — ознайомлення та оволодіння сучасними методами математичної фізики, теоретичними положеннями та основними застосуваннями методів математичної фізики у сучасній теоретичній фізиці і радіофізиці.

2. Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:

До вивчення дисципліни «Методи математичної фізики» необхідно успішне опанування наступних курсів: «Математичний аналіз», «Загальна алгебра», «Диференціальні рівняння та теорія ймовірностей».

3. Анотація навчальної дисципліни: «Методи математичної фізики» складається з двох частин. Перша частина «комплексний аналіз» присвячена основам комплексного аналізу та методи теорії функцій комплексної змінної із застосуваннями до розв'язування крайових задач математичної фізики. Зокрема, розглядається комплексні числа та функції комплексної змінної, властивості функцій, аналітичні функції, інтеграли від аналітичної функції, степеневі ряди Тейлора і Лорана. Досліджуються особливі точки аналітичної функції, теорію лишків, обчислення інтегралів за допомогою лишків, плоскі векторні поля і фізичний зміст аналітичної функції. Розглядаються крайові задачі Діріхле і Неймана, конформні відображення, відображення багатокутників, аналітична теорія диференціальних рівнянь другого порядку, кватерніони і рівняння Максвелла.

Друга частина курсу «Рівняння математичної фізики» присвячена метам дослідження рівнянь в частинних похідних та застосуванням для розв'язування задач математичної фізики. Зокрема, наводиться класифікація рівнянь математичної фізики, методи зведення рівнянь до канонічного вигляду. Розглядається метод відокремлення змінних на прикладах рівнянь дифузії, хвильового рівняння, рівняння Лапласа, рівняння Гельмгольца. Досліджуються узагальнені гіпергеометричні функції, сферичні функції, циліндричні функції, які застосовуються для розв'язання крайових задач. Розглядаються методи узагальнених функцій. Зокрема, досліджуються основні властивості узагальнених функцій, фундаментальний розв'язок лінійного диференціального рівняння, рівняння дифузії, хвильового рівняння та рівняння Лапласа. Метод використовується для розв'язання задач Коші та крайових задач.

4. Завдання (навчальні цілі):

- надати основні теоретичні відомості курсу методів математичної фізики, які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-бакалавра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».
- простежити взаємозв'язок об'єктів досліджень математичної фізики з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних задач;
- застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення студентів;

- прищепити вміння розв'язувати прикладні задачі методами математичної фізики.

Дисципліна спрямована на формування наступних загальних компетентностей:

ЗК-1 (для ОП НКТ) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК-3 (для ОП НКТ) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК-7 (для ОП НКТ) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК-9 (для всіх ОП) Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК-14 (для ОП НКТ) Здатність бути критичним і самокритичним

Дисципліна спрямована на формування наступних фахових компетентностей:

ФК-1 (для ОП НКТ) Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів

ФК-9 (для ОП ПФНТК, ЕІТМ, ЕФ) Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для знаходження спільних рис в фізичних та економічних задачах

ФК-10 (для ОП НКТ) Здатність реалізовувати автоматизацію експериментальних досліджень у різних сферах науки із використанням сучасних комп'ютерних технологій

ФК-11 (для ОП НКТ) Здатність використовувати комп'ютерні технології при проєктуванні, розробці та діагностиці електронного обладнання

5. Результати навчання. У результаті вивчення дисципліни «Методи математичної фізики» студент отримає підготовку, достатню для подальшого навчання за освітньою програмою, самостійного вивчення необхідної наукової літератури, вирішення типових задач.

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	знати:	лекційні заняття, практичні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	до 50
1.1	основні поняття та методи комплексного аналізу, зокрема, теорію аналітичних функцій, теорію лишків, методи конформних відображень	лекційні заняття, практичні заняття	тести, залік, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.2	основні поняття та методи рівнянь математичної фізики, зокрема, метод відокремлення змінних та метод узагальнених функцій	лекційні заняття, практичні заняття	тести, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
2	вміти:	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	до 50
2.1	Застосовувати основні поняття та методи комплексного аналізу до розв'язування фізичних задач	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
2.2	Застосовувати основні поняття та методи рівнянь математичної фізики до розв'язування фізичних задач	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання (назва)	Код			
	1.1	1.2	2.1	2.2
ПРН 1. Розуміти предметну область сучасної прикладної фізики та математики (для ОП ЕІТМ, ПФНКТ)	+	+	+	+
ПРН 1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики (для ОП НКТ)	+	+	+	+
ПРН 2. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів (для ОП НКТ)	+	+	+	+
ПРН 7. Вміти застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій (для ОП ЕІТМ, ПФНКТ)	+	+	+	+
ПРН 7. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики (для ОП НКТ)	+	+	+	+
ПРН 8. Вміти розробляти фізичні основи створення нових технологій (для ОП "Екофізика")	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. форми оцінювання:

- **Семестрове оцінювання:** У першому семестрі передбачено проведення трьох письмових контрольних робіт за матеріалом практичних занять (МКР-1, МКР-2). За кожну модульну контрольну роботу нараховується максимум по 25 балів. Активність на практичних заняттях оцінюється максимум в 10 балів. По результатах семестрового оцінювання студент може отримати максимум 60 балів. Умови допуску до заліку в першому семестрі: студент повинен мати зарахованими всі модульні контрольні роботи та набрати під час семестру не менше за 36 балів.

У другому семестрі передбачено проведення трьох письмових контрольних робіт за матеріалом практичних занять (МКР-3, МКР-4). За кожну модульну контрольну роботу нараховується максимум по 25 балів. Активність на практичних заняттях оцінюється максимум в 10 балів. По результатах семестрового оцінювання студент може отримати максимум 60 балів. Умови допуску до підсумкового іспиту в другому семестрі: студент повинен мати зарахованими всі модульні контрольні роботи та набрати під час семестру не менше за 36 бал.

- **Робота в аудиторії** є частиною відповідного модуля, відповіді «біля дошки», виконання домашніх завдань є складовою частиною відповідного модуля.

- **Письмові контрольні роботи** проводяться після завершення відповідних тем. Замість контрольних робіт можуть бути зараховані індивідуальні завдання.

– **Підсумкове оцінювання у першому семестрі (у формі заліку):** форма заліку – письмово-усна. Білет іспиту складається із 3 питань:

1. теоретичне питання (оцінюється від 0 до 15 балів), тестовий приклад до цього питання (оцінюється від 0 до 5 балів);
2. практична задача (оцінюється від 0 до 10 балів);
3. практична задача (оцінюється від 0 до 10 балів).

Всього на залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (10 і 5 балів відповідно), оцінка за залік не може бути меншою 20 балів.

– **Підсумкове оцінювання у другому семестрі (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 3 питань:

4. теоретичне питання (оцінюється від 0 до 15 балів), тестовий приклад до цього питання (оцінюється від 0 до 5 балів);
5. практична задача (оцінюється від 0 до 10 балів);
6. практична задача (оцінюється від 0 до 10 балів).

Всього на залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (10 і 5 балів відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 20 балів.

– **Умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом протягом другого семестру не менше, ніж 36 балів. Студенти, які набрали сумарно меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту повинні написати на необхідну мінімальну кількість балів додаткову контрольну роботу. У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.2. Організація оцінювання

Оцінювання за формами контролю:

1 семестр

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min — 36	Max — 60
Активність на практичних заняттях	6	10
Модульна контрольна робота 1	15	25
Модульна контрольна робота 2	15	25

2 семестр

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min — 36	Max — 60
Активність на практичних	6	10

заняттях		
Модульна контрольна робота 3	15	25
Модульна контрольна робота 4	15	25

Орієнтований графік оцінювання:
1 семестр

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	жовтень
Модульна контрольна робота 2	листопад
Добір балів/додаткова контрольна робота	листопад-грудень
Залік	грудень

2 семестр

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 3	березень
Модульна контрольна робота 4	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота	травень-червень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі заліку:

Значення	Змістовні модулі	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

6.3. Шкала відповідності оцінок

Залік

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Passed	60-100%
Не зараховано / Fail	0-59%

Іспит

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

Примітка: Теми практичних та семінарських занять співпадають із темами відповідних лекцій.

IV семестр

№ п/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1. Основи теорії функцій комплексної змінної				
1.	Комплексні числа	2	1	2
2.	Функції комплексної змінної	2	2	6
3.	Аналітичні функції	3	1	5
4.	Інтеграл від аналітичної функції	2	1	4
5.	Аналітичні функції і степеневі ряди	3	2	5
6.	Особливі точки аналітичної функції	3	1	3
Змістовий модуль 2. Застосування теорії функцій комплексної змінної				
7.	Лишки і методи їх обрахунку	3	2	4
8.	Обчислення інтегралів за допомогою лишків	3	2	6
9.	Плоскі векторні поля і фізичний зміст аналітичної функції	2	-	2
10.	Конформні відображення	3	2	4
11.	Задача Діріхле	2	-	2
12.	Відображення багатокутників	2	-	2
	Всього за 1 семестр	30	14	45
Змістовий модуль 3. Метод відокремлення змінних				
13.	Класифікація рівнянь матфізики	1	-	10
14.	Рівняння дифузії	2	2	2
15.	Хвильове рівняння	2	1	2
16.	Рівняння Лапласа	2	2	2
17.	Рівняння Гельмгольца	2	-	2
18.	Сферичні функції	3	2	2
19.	Циліндричні функції	3	-	2
Змістовий модуль 4. Метод узагальнених функцій				
20.	Означення і основні властивості узагальнених функцій	4	3	7
21.	Фундаментальний розв'язок лінійного диференціального рівняння	2	1	3
22.	Фундаментальний розв'язок рівняння дифузії	2	2	4
23.	Фундаментальний розв'язок хвильового рівняння	3	1	5
24.	Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа	2	-	2
25.	Кватерніони і рівняння Максвелла	2	-	2
	Всього за 2 семестр	30	14	45
	Всього	60	28	90

Загальний обсяг	180 год., в тому числі:
Лекції	60 год.
Практичні	28 год
Самостійна робота	90 год

9. Рекомендована література:

III семестр

Основні джерела:

- [1] Д. Д. Шека. [Комплексний аналіз \(в прикладах і задачах\)](#). - К.: 2021
- [2] М. А. Lavrentiev, В. V. Shabat. "Methods of the theory of complex variable functions." М.: Phismatgiz, 1973.

Додаткові джерела:

- [3] Є. Д. Білококос, Л. Л. Зайцева, Д. Д. Шека, «Збірник задач з комплексного аналізу. Частина I. Функції комплексної змінної». – К.: 2013.
- [4] Є. Д. Білококос, Д. Д. Шека, «Збірник задач з комплексного аналізу». – К: 2004.
- [5] A. G. Sveshnikov, A. N. Tikhonov, "The Theory of Functions of a Complex Variable", 1982, URL: <https://archive.org/details/SveshnikovTikhonovTheTheoryOfFunctionsOfAComplexVariable>
- [6] В. А. Fuchs, В. V. Shabat, "Functions of a Complex Variable and Some of Their Applications", Pergamon, 2014; <https://doi.org/10.1016/C2013-0-01663-5>.
- [7] Wegert Elias. Visual Complex Functions: An Introduction with Phase Portraits. Springer, 2012

IV семестр

Основні джерела:

- [1] A. N. Tikhonov, A. A. Samarskii, "Equations of Mathematical Physics", Dover, 2013. url: <https://www.amazon.com/Equations-Mathematical-Physics-Dover-Books/dp/0486664228>
- [2] V. S. Vladimirov, "Equations Of Mathematical Physics", Marcel Dekker, 1971; ulr: <https://archive.org/details/vladimirov-equations-of-mathematical-physics/page/n1/mode/2up>
- [3] Білококос Є.Д., Шека Д.Д., Збірник задач з курсу “Рівняння математичної фізики”. – К.: 2017.

Додаткові джерела:

- [4] V. S. Vladimirov, "Generalized Functions In Mathematical Physics", Mir 1971, url: <https://archive.org/details/vladimirov-genaralized-equations-in-mathematical-physics/page/n7/mode/2up>
- [5] Юрачківський А.П., Грязнова В.О. «Метод відокремлення змінних у задачах математичної фізики: Навч. посібник для студентів природничих факультетів». – К.: РВЦ “Київський університет”, 1988. – 142 с.
- [6] Білококос Є.Д., Юрачківський А.П., Шека Д.Д., «Спеціальні функції в задачах математичної фізики». – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2000. – 92 с.
- [7] Юрачківський А. П., Жугаєвич А. Я., «Математична фізика в прикладах і задачах».