

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра математичної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник декана  
з навчальної роботи  
Механіко-  
математичний  
факультет  
Харитонов О.М..  
« 31 » серпня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи математичної фізики  
для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	111 «Математика»
освітній рівень	перший (бакалавр)
освітня програма	«Математика»
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Вакал Євген Сергійович, Бородін Віктор Анатолійович. А., к.ф.-м. н., доцент,  
доцент кафедри математичної фізики

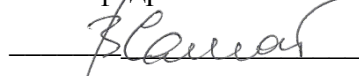
Пролонговано: на 20<sup>22</sup>/20<sup>23</sup> н.р. ( ) «31» серпня 20<sup>22</sup> р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

КИЇВ – 2021

Розробник: Вакал Євген Сергійович, Бородін Віктор Анатолійович.А., к.ф.-м. н., доцент,  
доцент кафедри математичної фізики.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри математичної фізики

 Самойленко В.Г.

Протокол №8 від 9 лютого 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "30" березня 2021 року №8

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення та оволодіння базовими поняттями та положеннями теорії лінійних задач математичної фізики, такими як постановки початкових і початково-крайових задач для різних типів рівнянь, вміння використовувати для дослідження і розв'язання цих задач аналітичні методи математичної фізики (метод Фур'є, метод функцій Гріна) із застосуванням систем комп'ютерної математики.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати:* постановки початкових та крайових задач математичної фізики; основні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь; основи роботи в системах комп'ютерної математики.
2. *Вміти:* визначати типи рівнянь в частинних похідних; формулювати початкові та крайові задачі рівнянь математичної фізики; розв'язувати звичайні диференціальні рівняння 2-го порядку; використовувати системи комп'ютерної математики.
3. *Володіти елементарними навичками:* методами розв'язання звичайних диференціальних рівнянь; прийомами роботи в системах комп'ютерної математики.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Методи математичної фізики» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 111 математика освітньої програми «математика».

У програмі дисципліни основна увага приділяється концептуальним і методологічним основам застосування методу Фур'є до розв'язання мішаних задач для хвильового рівняння; особливостям його використання в прямокутних і кругових областях; постановці і дослідженню задачі Коші і мішаних задач для рівняння теплопровідності; питанням коректності постановок задач, схемі застосування методу Фур'є при розв'язанні мішаних задач для рівняння теплопровідності в різних областях (відрізок, прямокутник, круг, куля); постановці крайових задач для рівнянь еліптичного типу, теорії гармонічних функцій, специфіці застосування методу Фур'є, методу функцій Гріна для розв'язання крайових задач в прямокутних, круговій і сферичних областях.

Ці базові математичні поняття необхідні для підготовки студентів до використання загальних методів теорії ДРЧП в подальших навчальних курсах, застосуванню в комп'ютерних науках, сприянню розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.

**Дана дисципліна є обов'язковою.**

Викладається у 8 семестрі 4 курсу в обсязі 120 год. (4 кредити ECTS) зокрема: лекції – 14 год., практичні – 26 год., самостійна робота – 78 год. У курсі передбачено 3 змістовних модулі та 3 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна іспитом у восьмому семестрі.

## **4. Завдання (навчальні цілі) –**

формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп'ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;
- 4) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;
- 5) Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- 6) Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань);
- 7) Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;
- 8) Здатність використовувати у професійній діяльності базові знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук;
- 9) Здатність використовувати стандартні прийоми та методи математичних досліджень, проявляти творчий підхід, ініціативу;
- 10) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;
- 11) Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі;
- 12) Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок;
- 13) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганних;
- 14) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;
- 15) Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;
- 16) Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;
- 17) Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики;
- 18) Здатність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси;
- 19) Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних;
- 20) Здатність розробляти експериментальні та спостережні дослідження й аналізувати дані, отримані на їх основі;
- 21) Здатність пояснювати математичними термінами результати, отримані під час розрахунків.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація)		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 (формується розробником)			

PH 1.1	Схема застосування методу Фур'є для однорідних і неоднорідних хвильових рівнянь на відрітку, в прямокутнику, в кругових областях, використання математичних пакетів	Лекційні заняття, практичні заняття, з використанням математичних пакетів, самостійна робота	<i>Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних заняттях, усні відповіді</i>	10%
PH 1.2	Постановка основних мішаних задач для рівняння теплопровідності; принцип максимуму		<i>Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних заняттях, усні відповіді</i>	5%
PH 1.3	Схема застосування методу Фур'є для однорідних і неоднорідних рівнянь теплопровідності на відрітку, в прямокутнику, в кругових областях, використання математичних пакетів			5%
PH 1.4	Постановка задачі Коші для рівняння теплопровідності; фундаментальний розв'язок однорідного рівняння теплопровідності та його властивості; розв'язання задачі Коші для рівняння теплопровідності		5%	
PH 1.5	Гармонічні функції та їх властивості; постановка внутрішніх і зовнішніх крайових задач; теореми єдиності їх розв'язків для рівняння Пуассона; означення функції Гріна та методи її побудови		<i>Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних заняттях, залік, усні відповіді</i>	5%
PH 1.6	Основи застосування методу Фур'є для розв'язання крайових задач для рівняння Лапласа в прямокутнику, крузі, кулі, використання математичних пакетів		5%	

PH 2.1	Застосування методу Фур'є для розв'язання мішаних задач для рівнянь гіперболічного типу на відріжку, в прямокутних, кругових, сферичних областях, використання математичних пакетів	Лекційні заняття, практичні заняття, використання математичних пакетів, самостійна робота	<i>Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи</i>	15%
PH 2.2	Застосування методу Фур'є для розв'язання мішаних задач для рівнянь параболічного типу на відріжку, в прямокутних, кругових, сферичних областях, використання математичних пакетів		<i>Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи</i>	15%
PH 2.3	Знаходження розв'язку задачі Коші для рівняння теплопровідності		5%	
PH 2.4	Знаходження розв'язку крайових задач для рівнянь еліптичного типу методом Фур'є, використання математичних пакетів		15%	
PH 2.5	Знаходження розв'язку крайових задач для рівнянь еліптичного типу методом функцій Гріна		5%	
PH 2.6	Побудова функцій Гріна для канонічних областей методом відображення джерела та конформних відображень		5%	
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	Лекційні заняття, лабораторні заняття, у тому числі з використанням математичних пакетів, самостійна робота	<i>Активна робота на практичних заняттях, самостійна робота, усні відповіді</i>	2,5%
PH 3.2	Вироблення навиків командної роботи			2,5%

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін, які не входять до блоків спеціалізації)**

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>														
<b>З опису освітньої програми</b>														
<b>РН-1</b> - Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці	+	+	+	+		+								
<b>РН-3</b> - Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;	+	+	+	+	+	+							+	
<b>РН-4</b> - Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми	+	+	+			+							+	+
<b>РН-6</b> - Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>РН-10</b> - Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>РН-11</b> - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>РН-19</b> - Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичної фізики для моделювання реальних фізичних, біологічних, екологічних,	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

соціально-економічних та інших процесів і явищ														
<b>РН-24</b> - Зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій			+		+				+				+	+
<b>РН-26</b> - Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+		+



## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекційних, практичних, лабораторних заняттях, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН1.6 – 10 балів/5 бали;
  2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН2.5, РН2.6 – 5 балів/3 балів;
  3. Модульна контрольна робота 1: РН1.1, РН2.1 – 15 балів/9 балів;
  4. Модульна контрольна робота 2: РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН2.2, РН2.3 – 15 балів/9 балів;
  5. Модульна контрольна робота 3: РН1.5, РН1.6, РН2.4, РН2.5, РН2.6 – 15 /9 балів;
- Разом 60/35

#### - підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН2.5, РН2.6;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

### 7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекційному та практичному занятті передбачає відповіді на питання викладача, виконання задач, запропонованих керівником курсу.

Самостійна робота передбачає виконання зазначених керівником курсу завдань практичного характеру з тематики, запропонованої викладачем, та представлення завдань, виконаних із застосуванням систем комп'ютерної математики.

Допускається оцінювання за допомогою технологій дистанційного навчання.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж рекомендований мінімум **35** балів, для підвищення балів отримують можливість виконати додаткову контрольну роботу та скласти домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж семестру та за рахунок додаткових етапів оцінювання сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум **20** балів, до складання іспиту не допускаються.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Додатково від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали.

#### Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1: на 5-му тижні навчального періоду.
2. Модульна контрольна робота 2: на 9-му тижні навчального періоду.
3. Модульна контрольна робота 3: на 13-му тижні навчального періоду.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

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

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних і практичних занять

8-й семестр

### СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Контр. модульна робота
<b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Метод Фур'є розв'язання мішаних задач для хвильового рівняння</b>					
1.	Метод Фур'є розв'язання мішаних задач для хвильового рівняння.	2	2	4	
2.	Метод Фур'є розв'язання мішаних задач для хвильового рівняння у кругових областях	2	4	4	
<b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. Мішані задачі та задача Коші для рівняння теплопровідності. Метод Фур'є.</b>					
3.	Мішані задачі для рівняння теплопровідності	2	2	12	
4.	Метод Фур'є розв'язання мішаних задач для рівняння теплопровідності.	2	4	12	
5.	Задача Коші для рівняння теплопровідності	2	2	12	
<b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3. Крайові задачі для стаціонарних рівнянь. Метод Фур'є.</b>					
6.	Постановка крайових задач для рівнянь Пуассона і Лапласа. Гармонічні функції та їх властивості.	1	4	10	
7.	Метод Функцій Гріна побудови розв'язків крайових задач для канонічних областей	1	4	10	
8.	Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння еліптичного типу в прямокутних, кругових і сферичних областях	2	4	14	
<b>Всього годин за 8 семестр</b>		<b>14</b>	<b>26</b>	<b>78</b>	

**Загальний обсяг 120 год.**, у тому числі:

Лекцій – 14 год.

Практичних занять – 26 год.

Консультацій – 2 год.

Самостійної роботи – 78 год.

Модульні контрольні роботи (МКР 1–3) – 0 год. (проводяться після занять).

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна:

1. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. Курс лекцій. – К.: Либідь, 2001.
2. Самойленко В.Г., Конет І.М. Рівняння математичної фізики : навч. посібник. – К.. ВПЦ Київський ун-т, 2014.
3. Методи математичної фізики : підручник/ [С.С. Піх, О.М. Попель, А.А. Ровенчак, І.І. Тальянський. – Львів. нац. ун-т ім. І. Франка, 2011.
4. Вакал Є., Вакал Ю. Класифікація рівнянь із частинними похідними з використанням системи MATLAB. – К.: Основа, 2017.
5. Вакал Є.С., Ловейкін А.В. Методи математичної фізики в прикладах і задачах : навч. посібник для студентів механіко-математичного факультету. – К., 2020.
6. Vladimirov V.S. Equations of mathematical physics / V.S. Vladimirov. – М. : Mir, 1984.
7. Перестюк М.О., Маринець В.В., Рего В.Л. Збірник задач з математичної фізики. – Кам'янець-Подільський.: Аксіома, 2012.

### Додаткова:

1. Мельник Т.А. Теорія просторів Соболева та узагальнені розв'язки крайових задач : підручник / Т.А. Мельник, А.П. Крєневич ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. – Київ : Київський університет, 2019.
2. Гончаренко В.М. Основы теории уравнений в частных производных. – К.: Вища школа, 1985.
3. Бугаєнко Г.О. Методи математичної фізики / Г.О. Бугаєнко. – Київ, 1970.
4. Вірченко Н.О. Основні методи розв'язання задач математичної фізики : Навчальний посібник / Н.О. Вірченко. – Київ, 1997.
5. Контрольні завдання з курсу "Рівняння математичної фізики" для студентів механіко-математичного факультету заочної форми навчання / Упорядники Є.С. Вакал та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2002.
6. Білоколос Є.Д. Спеціальні функції в задачах математичної фізики : Навчальний посібник / Є.Д. Білоколос, А.П. Юрачківський, Д.Д. Шека; КНУТШ. – Київ : Київський університет, 2000.

### 10. Додаткові ресурси (за наявності):

1. Математичні пакети: Matlab, Matematica, Maple.