

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра математичної фізики**



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Рівняння 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	7
Кількість кредитів ECTS	7
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

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


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

КИЇВ – 2021

Розробник¹: Вакал Євген Сергійович, 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 Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, науково-методичної комісії факультету/інституту, підписується завідувачем кафедри, головою науково-методичної комісії факультету/інституту і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи.

1. Мета дисципліни – ознайомлення та оволодіння базовими поняттями та положеннями теорії лінійних задач математичної фізики, сукупністю специфічних методів дослідження та розв'язання цих задач із застосуванням систем комп'ютерної математики.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати*: основні положення теорії звичайних диференціальних рівнянь; основні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь; основи роботи в системах комп'ютерної математики.
2. *Вміти*: зводити квадратичні форми до канонічного вигляду; 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 «Рівняння 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 питанням класифікації та зведення до канонічного вигляду ДРЧП 2-го порядку; основним підходам до побудови математичних моделей фізичних явищ; постановкам крайових задач математичної фізики та їх коректності; основним методам розв'язання задач для рівнянь гіперболічного, параболічного, еліптичного типів. 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 7 семестрі 4 курсу в обсязі **210 год.** (**7 кредитів ECTS**) зокрема: *лекції – 42 год., практичні – 26 год., лабораторні – 14 год., самостійна робота – 126 год.* У курсі передбачено 3 змістовних модулів та 3 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна заліком у сьомому 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 відрізнити основні ідеї від деталей і технічних викладок;

13) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізнити правдоподібні аргументи від формально бездоганих;

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	Фізичні процеси, що приводять до задач математичної фізики	Лекційні заняття, практичні заняття, лабораторні заняття з використанням математичних пакетів, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних, лабораторних заняттях, залік, усні відповіді	5%
PH 1.2	Основні поняття теорії диференціальних рівнянь з частинними похідними;		5%	
PH 1.3	Основні типи лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку з 2-ма та багатьма незалежними змінними, їх канонічна форма		Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних, лабораторних заняттях, усні відповіді	7,5%

PH 1.4	Постановка задачі Коші та задачі Гурса для хвильового рівняння. Постановка мішаних задач для хвильового рівняння		<i>Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних, лабораторних заняттях, залік, усні відповіді</i>	7,5%
PH 1.5	Методи побудови та формули розв'язку задачі Коші.			5%
PH 1.6	Основні принципи роботи з математичними пакетами (Matlab, Mathematica та ін.) для розв'язання крайових задач для лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними			5%
PH 2.1	Формулювання математичних моделей основних фізичних процесів		Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на лабораторних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	10%
PH 2.2	Зведення квадратичних форм до канонічного вигляду та знаходження лінійної заміни змінних, яка це робить	Лекційні заняття, практичні заняття, лабораторні заняття з використанням математичних пакетів, самостійна робота	Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на лабораторних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	10%
PH 2.3	Здійснення заміни незалежних змінних у диференціальному виразі			5%
PH 2.4	Визначення основних типів ДРЧП			5%
PH 2.5	Розв'язування задачі Коші для хвильових рівнянь		Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на лабораторних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	10%
PH 2.6	Розв'язування задачі задачі Гурса для хвильових рівнянь			7,5%
PH 2.7	Розв'язування крайових задач для напівобмежених середовищ			7,5%
PH 2.8	Використання математичних пакетів для візуалізації і розв'язання задач		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	Активна робота на практичних і лабораторних заняттях, самостійна робота, усні відповіді	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) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	3.1	3.2
	З опису освітньої програми															
РН-1 - Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці	+	+	+	+		+										
РН-3 - Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;	+	+	+	+	+	+									+	
РН-4 - Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми	+	+	+			+									+	+
РН-6 - Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН-10 - 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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН-11 - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН-12 - Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації			+		+		+	+			+			+	+	+

PH-19 - Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичної фізики для моделювання реальних фізичних, біологічних, екологічних, соціально-економічних та інших процесів і явищ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
PH-24 - 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	+	+		+	+		+			+					+	
PH-26 - 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, РН2.7, РН2.8 – 5 балів/3 балів;
 3. Модульна контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН2.1 – 15 балів/9 балів;
 4. Модульна контрольна робота 2: РН1.3, РН2.2, РН2.3, РН2.4 – 15 балів/9 балів;
 5. Модульна контрольна робота 3: РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН2.5, РН2.6, РН2.7, РН2.8 – 15 /9 балів;
- Разом 60/35

- підсумкове оцінювання: залік.

- 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, РН2.7, РН2.8 ;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекційному, практичному та лабораторному 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 заліку 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 заліку – письмова робота. Проект складається з трьох частин, що відповідають тематиці Модулів 1–3. Кожна частина проекту оцінюється від 0 до 10 балів. Додатково від 0 до 10 балів студент отримує за усне опитування. Всього за залік 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 8-му тижні навчального періоду.
3. Модульна контрольна робота 3: на 12-му тижні навчального періоду.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Credited	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних, практичних і лабораторних занять

7-й семестр

теми	Назва теми	Кількість годин				Мод. контр. роб.
		лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самост. робота	
Змістовий модуль 1. Постановка основних задач математичної фізики						
1	Фізичні процеси, що приводять до задач математичної фізики. Формулювання математичних моделей основних фізичних процесів	6	4	2	20	
2	Основні поняття теорії диференціальних рівнянь з частинними похідними	4	2		12	
Змістовий модуль 2. Класифікація та зведення до канонічного вигляду диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку						
3	Класифікація лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку з багатьма незалежними змінними. Зведення квадратичних форм до канонічного вигляду та знаходження лінійної заміни змінних. Визначення основних типів ДРЧП	6	4	2	24	
4	Класифікація лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку з двома незалежними змінними. Застосування математичних пакетів.	6	4	4	18	
Змістовий модуль 3. Задача Коші для хвильового рівняння						
5	Постановка та розв'язання задачі Коші для хвильового рівняння	10	8	2	18	
6	Мішані задачі для напівобмежених середовищ	6	2		20	
7	Мішані задачі для хвильового рівняння	4	2	2	14	
8	Використання математичних пакетів для візуалізації і розв'язання задач			2		
Всього годин за 7 семестр		42	26	14	126	

Загальний обсяг 210 год., у тому числі:

Лекцій – 42 год.

Практичних занять – 26 год.

Лабораторних робіт – 14 год.

Консультацій – 2 год.

Самостійної роботи – 126 год.

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

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. – М.: Наука, 1980.
2. Вакал Є., Вакал Ю. Класифікація рівнянь із частинними похідними з використанням системи MATLAB. – К.: Основа, 2017.
3. Вакал Є.С., Ловейкін А.В. Методи математичної фізики в прикладах і задачах : навч. посібник для студентів механіко-математичного факультету. – К., 2020.
4. Владимиров В.С. и др. Сборник задач по уравнениям математической физики. – М.: Наука, 1982.
5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1980.
6. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. – М.: Высшая школа, 1970.
7. Перестюк М.О., Маринець В.В., Рего В.Л. Збірник задач з математичної фізики. – Кам'янець-Подільський.: Аксіома, 2012.
8. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. Курс лекцій. – К.: Либідь, 2001.
9. Самойленко В.Г., Конет І.М. Рівняння математичної фізики : навч. посібник. – К.. ВПЦ Київський ун-т, 2014.
10. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966.

Додаткова:

1. Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1969.
2. Гончаренко В.М. Основы теории уравнений в частных производных. – К.: Вища школа, 1985.
3. Контрольні завдання з курсу "Рівняння математичної фізики" для студентів механіко-математичного факультету заочної форми навчання / Упорядники Є.С. Вакал та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2002.
4. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения математической физики. – М.: Физматгиз, 1962.
5. Михлин С.Г. Курс математической физики. – М.: Наука, 1968.
6. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966.

10. Додаткові ресурси (за наявності):

1. Математичні пакети: Matlab, Mathematica, Maple.