

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Механіко-математичний факультет

Кафедра математичної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

«31» серпня 2020_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МАТЕМАТИЧНА ФІЗИКА**

для студентів

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

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020_/2021
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Вакал Євген Сергійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математичної фізики.

Пролонговано: на 20²¹/20²² н.р. О.М. Харитонов «31» 08 20²¹ р.
на 20²¹/20²² н.р. О.М. Харитонов « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробник¹: Вакал Євген Сергійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математичної фізики.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри
математичної фізики

В.Самойленко Самойленко В.Г.

Протокол № 1 від «28» 08 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол № 1 від «31» 08 2020 р.

Голова науково-методичної комісії  проф., 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 аналітичними методами математичної фізики 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; постановки початкових та крайових задач математичної фізики; 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 «Математична фізика» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 Математика та статистика зі спеціальності 111 Математика освітньої програми «Комп'ютерна математика».

У програмі дисципліни основна увага приділяється питанням класифікації та зведення до канонічного вигляду ДРЧП 2-го порядку; постановкам крайових задач математичної фізики та їх коректності; концептуальним і методологічним основам застосування методу Фур'є до розв'язання хвильового рівняння, рівняння теплопровідності, рівняння Пуассона в різних 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 дисципліною вільного вибору студента.

Викладається у 7 семестрі 4 курсу в обсязі 180 год. (*6 кредитів ECTS*) зокрема: лекції – 28 год., практичні – 28 год., самостійна робота – 122 год. У курсі передбачено 3 змістовних модулі та 3 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна іспитом 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 працювати автономно;
- 8) 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;
- 9) Здатність використовувати у професійній діяльності базові знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук;
 - 10) Здатність використовувати стандартні прийоми та методи математичних досліджень, проявляти творчий підхід, ініціативу;
 - 11) Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;
 - 12) 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;
 - 13) 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;
 - 14) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих;
 - 15) Здатність до кількісного мислення;
 - 16) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;
 - 17) Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;
 - 18) Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;
 - 19) Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків;
 - 20) Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики;
 - 21) Здатність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси;
 - 22) Здатність формулювати складні задачі оптимізації та прийняття рішень й інтерпретувати їхні розв'язки в оригінальному контексті цих задач;
 - 23) Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних;
 - 24) Здатність розробляти експериментальні та спостережні дослідження й аналізувати дані, отримані на їх основі;
 - 25) 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)			
РН 1.1	Основні поняття теорії диференціальних рівнянь з частинними похідними;	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	2,5%
РН 1.2	Основні типи лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку з 2-ма та багатьма незалежними змінними, їх канонічна форма			2,5%
РН 1.3	Постановка задачі Коші для хвильового рівняння. Постановка мішаних задач для хвильового			Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей),

	рівняння		оцінювання роботи на практичних, лабораторних заняттях, усні відповіді	
PH 1.4	Методи побудови та формули розв'язку задачі Коші.		<i>Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей). Оцінювання роботи на практичних, лабораторних заняттях, залік, усні відповіді</i>	2,5%
PH 1.5	Основні принципи роботи з математичними пакетами (Matlab, Matematica та ін.) для розв'язання крайових задач для лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними			5%
PH 1.6	Схема застосування методу Фур'є для розв'язання крайових задач для хвильового рівняння, рівняння теплопровідності, рівняння Пуассона, використання математичних пакетів	Лекційні заняття, практичні заняття, з використанням математичних пакетів, самостійна робота	<i>Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних, заняттях, усні відповіді</i>	5%
PH 1.7	Основи застосування методу Фур'є для розв'язання крайових задач для рівнянь з частинними похідними, використання математичних пакетів		<i>Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних заняттях, залік, усні відповіді</i>	5%
PH 2.1	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 1 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на лабораторних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	10%
PH 2.2	Здійснення заміни незалежних змінних у диференціальному виразі		Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на лабораторних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	10%
PH 2.3	Визначення основних типів ДРЧП		Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на лабораторних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	10%
PH 2.4	Розв'язування задачі Коші для хвильових рівнянь		5%	
PH 2.5	Розв'язування крайових задач для напівобмежених середовищ		5%	
PH 2.6	Використання математичних пакетів для візуалізації і розв'язання задач			
PH 2.7	Застосування методу Фур'є для розв'язання мішаних задач для рівнянь гіперболічного, параболічного та еліптичного типів в різних областях, використання математичних пакетів	Лекційні заняття, практичні заняття, використанням математичних пакетів, самостійна робота	<i>Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), оцінювання роботи на практичних заняттях, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи</i>	20%
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	<i>Активна робота на практичних заняттях, самостійна робота, усні відповіді</i>	2,5%

PH 3.2	Вироблення навиків командної роботи	робота		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	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2
	Програмні результати навчання (назва)															
3 опису освітньої програми																
РН1. Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці	+	+	+					+	+	+					+	
РН3. Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень	+	+	+	+	+										+	
РН4. Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми	+	+			+								+			
РН6. Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН10. 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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН11. Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН19. Знати теоретичні основи і застосовувати методи математичної фізики для моделювання реальних фізичних, біологічних, екологічних, соціально-економічних та інших процесів і явищ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН21. Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів					+								+			
РН22. Володіти основними математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, базовими математичними способами інтерпретації числових даних і основними принципами функціонування природничих процесів	+	+		+		+	+	+							+	

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, РН1.7 – 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 – 5 балів/3 балів;
 3. Модульна контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 15 балів/9 балів;
 4. Модульна контрольна робота 2: РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН2.4, РН2.5, РН2.6 – 15 балів/9 балів;
 5. Модульна контрольна робота 3: РН1.6, РН1.7, РН2.7 – 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, РН1.6, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН2.5, РН2.6, РН2.7;
- 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 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 8-му тижні навчального періоду.
3. Модульна контрольна робота 3: на 12-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, практичних і лабораторних занять

7-й семестр

теми	Назва теми	Кількість годин			Мод. контр. роб.
		лекції	Практичні заняття	Самост. робота	
Змістовий модуль 1. Класифікація та зведення до канонічного вигляду диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку					
1	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	2	4	6	
2	Класифікація лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними 2-го порядку з двома незалежними змінними. Застосування математичних пакетів.	2	4	6	
Змістовий модуль 2. Задача Коші для хвильового рівняння					
3	Постановка та розв'язання задачі Коші для хвильового рівняння	4	4	8	
4	Мішані задачі для напівобмежених середовищ	2	2	8	
5	Мішані задачі для хвильового рівняння. Задача Штурма-Ліувілля	4		8	
6	Використання математичних пакетів для візуалізації і розв'язання задач	2		4	
Змістовий модуль 3. Метод Фур'є розв'язання крайових задач математичної фізики					
7	Метод Фур'є розв'язання мішаних задач для хвильового рівняння.	2	4	20	
8	Метод Фур'є розв'язання мішаних задач для рівняння теплопровідності.	2	4	20	
9	Постановка крайових задач для рівнянь Пуассона і Лапласа. Гармонічні функції та їх властивості.	4	2	12	
10	Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння еліптичного типу	4	4	30	
Всього годин за 7 семестр		28	28	122	

Загальний обсяг 180 год., у тому числі:

Лекцій – 28 год.

Практичних занять – 28 год.

Консультацій – 2 год.

Самостійної роботи – 122 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 МАТЛАВ. – 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, Matematica, Maple.