

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

Диференціальні рівняння з частинними похідними

для студентів

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

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	1, 2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: доцент Ловейкін А.В., к.ф.-м.н., доцент

Пролонговано: на 2021/2022 н.р.
на 20 / 20 н.р.

Л (Харитонов) « 31 » серпня 20 21 р.
() « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробник: Ловейкін Андрій В'ячеславович, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри математичної фізики


ЗАТВЕДЖЕНО
Зав. кафедри
математичної фізики

 Самойленко В.Г.

Протокол № 1 від "28" серпня 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "28" серпня 2020 року № 1

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

1. Мета дисципліни – оволодіння сучасними підходами, методами, теоретичними положеннями та основними застосуваннями теорії диференціальних рівнянь з частинними, обґрунтованості їх використання в сучасних математичних моделях.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Знати: основні поняття теорії функцій однієї та багатьох змінних, диференційованість, інтегрованість; основні поняття теорії звичайних, лінійних диференціальних рівнянь та рівнянь математичної фізики, основні поняття сучасного функціонального аналізу та теорії лінійних операторів.

Вміти: визначати диференційованість функцій однієї та багатьох змінних, обчислювати похідні, обчислювати невизначені та визначені інтеграли; розв'язувати лінійні, звичайні диференціальні рівняння та рівняння з відокремлюваними змінними; будувати розвинення функцій у ряди Фур'є за різними базисними системами; розв'язувати крайові задачі для рівнянь математичної фізики методом Фур'є.

Володіти елементарними навичками: перетворень алгебраїчних та диференціальних виразів, обчислення похідних та інтегралів, розв'язання звичайних, лінійних диференціальних рівнянь та рівнянь з відокремлюваними змінними, побудови рядів Фур'є, апроксимації функцій.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна "Диференціальні рівняння з частинними похідними" є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім ступенем "магістр" галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 111 математика освітньої програми "Математика".

Дана дисципліна є обов'язковою.

Викладається у **1, 2 семестрах (1, 2 семестрах 1 курсу)** в обсязі **120 год. (4 кредити ECTS¹)** зокрема: *лекції – 34 год. (14 год. у 1 семестрі, 20 год. у 2 семестрі), практичні – 8 год. (усі в 2 семестрі), самостійна робота – 70 год. (12 год. у 1 семестрі, 58 год. у 2 семестрі), консультацій – 8 год. (по 4 год. у 1 і 2 семестрах).* У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна **іспитом**.

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 ступеня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики.
- 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук.
- 3) Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу.

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 4) Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань.
- 5) Здатність генерувати нові ідеї.
- 6) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово.
- 7) Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- 8) Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування.
- 9) Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність.
- 10) Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань.
- 11) Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси.
- 12) Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти.
- 13) Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефаківців.
- 14) Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань.

5. Результати навчання за дисципліною:

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			
РН 1.1	Знати означення узагальнених похідних та їх властивості, означення просторів Соболева та їх особливості.	Лекція, самостійна робота.	Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), активна робота на лекціях, іспит.	8%
РН 1.2	Знати означення класичних та узагальнених розв'язків основних крайових задач для еліптичних рівнянь, теореми існування та єдиності узагальнених розв'язків.	Лекція, самостійна робота.		11%
РН 1.3	Знати означення власних чисел, класичних та узагальнених власних функцій основних крайових задач для еліптичних рівнянь, їх властивості, теореми про повноту.	Лекція, самостійна робота.		10%
РН 1.4	Знати означення класичних та узагальнених розв'язків основних крайових задач для загального хвильового рівняння, теореми єдиності та існування узагальнених розв'язків.	Лекція, самостійна робота.	Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), активна робота на лекціях, іспит.	11%
РН 1.5	Знати означення класичних та узагальнених розв'язків основних крайових задач для загального рівняння теплопровідності, теореми єдиності та існування узагальнених розв'язків.	Лекція, самостійна робота.		11%
РН 2.1	Вміти записувати означення узагальнених розв'язків крайових задач для еліптичних рівнянь.	Практичне заняття, самостійна робота.	Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), активна робота на практичних заняттях, виконання завдань,	8%
РН 2.2	Вміти будувати узагальненні розв'язки крайових задач для еліптичних рівнянь методом Фур'є	Практичне заняття, самостійна робота.		12%

	та методом Рітца.		винесених на самостійну роботу, іспит.	
РН 2.3	Вміти записувати означення узагальнених розв'язків крайових задач для загального хвильового рівняння та рівняння теплопровідності.	Практичне заняття, самостійна робота.	Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), активна робота на практичних заняттях, виконання завдань, винесених на самостійну роботу, іспит.	8%
РН 2.4	Вміти будувати узагальненні розв'язки крайових задач для загального хвильового рівняння та рівняння теплопровідності методом Фур'є та методом Гальоркіна.	Практичне заняття, самостійна робота.	Активна робота на практичних заняттях.	12%
РН 3.1	Здатність обгрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	Практичне заняття.	Активна робота на практичних заняттях.	3%
РН 4.1	Демонстрація авторитетності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна добросесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності	Практичне заняття, самостійна робота.	Активна робота на практичних заняттях, виконання завдань, винесених на самостійну роботу	3%
РН 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	Практичне заняття, самостійна робота.	Активна робота на практичних заняттях, виконання завдань, винесених на самостійну роботу.	3%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни											
	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 1.5	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 2.4	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
ПРН-3-1 – Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики.	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН-3-2 – Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії.	+	+	+	+	+	+						
ПРН-3-3 – Володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів.	+	+	+	+	+	+						
ПРН-3-4 – Володіти математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, математичними способами інтерпретації числових даних та принципами функціонування природничих процесів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН-У-1 – Уміти використовувати фундаментальні математичні закономірності у професійній діяльності.						+	+	+	+	+	+	+

ПРН-У-2 – Читати і розуміти фундаментальні розділи математичної літератури та демонструвати майстерність їх відтворення в аргументованій усній та/або письмовій доповіді.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ПРН-У-3 – Доносити професійні знання, власні обґрунтування і висновки до фахівців і широкого загалу.							+	+	+	+	+	+
ПРН-У-8 – Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми							+	+	+	+	+	+
ПРН-У-10 – Усно й письмово спілкуватися рідною та іноземною мовами в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності із професійних питань; читати спеціальну літературу; знаходити, аналізувати та використовувати інформацію з різних довідкових джерел.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ПРН-У-11 – Використовувати раціональні способи пошуку та використання науково-технічної інформації, включаючи засоби електронних інформаційних мереж; застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних математичних моделей.							+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. *Активна робота під час лекцій і практичних занять:* РН 1.1,..., РН 1.5, РН 2.1,..., РН 2.4, РН 3.1, РН 4.1, РН 4.2 – 5/3 бали.
2. *Виконання завдань, винесених на самостійну роботу:* РН 2.1,..., РН 2.4, РН 3.1, РН 4.1, РН 4.2 – 25/14 балів.
2. *Контрольна робота 1:* РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 2.1, РН 2.2 – 15/9 балів;
3. *Контрольна робота 2:* РН 1.4, РН 1.5, РН 2.3, РН 2.4 – 15/9 балів.

- підсумкове оцінювання: іспит.

- *максимальна кількість балів, які можуть бути отримані:* 40 балів;
- *результати навчання, які будуть оцінюватись:* РН 1.1,..., РН 1.5, РН 2.1,..., РН 2.5; РН 3.1, РН 4.1, РН 4.2
- *форма проведення і види завдань:* письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Оцінювання студентів здійснюється за результатами виконання студентами завдань, винесених на самостійну роботу, роботи студентів під час лекцій і практичних занять та результатами модульних контрольних робіт.

Під час лекцій для актуалізації необхідних знань лектор може проводити усне опитування студентів, в результаті якого студент може отримати до 0,5 балу за заняття. Під час практичного заняття студента можуть викликати до дошки для розв'язування задач, в результаті чого студент може отримати до 1 балу за заняття. Сумарно під час роботи на лекціях і практичних заняттях студент не може отримати більше 5 балів.

Контрольні роботи проводяться у присутності викладача в аудиторії у формі письмових робіт. Перша і друга контрольні роботи оцінюються за шкалою від 0 до 15 балів кожна,

мінімальною позитивною оцінкою є 9 балів за кожну роботу. Завдання обох робіт включають теоретичні питання (2-3 питання), які сумарно оцінюються від 0 до 5 балів, та 2 задачі, кожна з яких оцінюється від 0 до 5 балів. Сумарна оцінка за кожну із контрольних робіт від 0 до 15 балів.

За кожною із розглянутих тем студенти отримують індивідуальні завдання для самостійної роботи. Сумарна оцінка за самостійну роботу від 0 до 25 балів.

Загальна оцінка за семестр формується, як сума усіх балів, отриманих студентом протягом семестру відповідно до зазначених вище критеріїв. При цьому, якщо його оцінка перевищує 60 балів, то вона встановлюється 60 балів.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом навчання набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж навчання 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 екзаменаційної роботи – письмова. Завдання складається із:

- 2-3-х теоретичних питань на формулювання (без доведень), які сумарно оцінюються від 0 до 10 балів;
- одного теоретичного питання із повним викладенням матеріалу (із доведеннями), яке сумарно оцінюється від 0 до 15 балів;
- однієї задачі, яка сумарно оцінюється від 0 до 15 балів.

Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до отриманих під час навчання – 24 бали.

Терміни проведення форм оцінювання:

	<i>Період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	середина березня
Модульна контрольна робота 2	середина травня

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 лекцій і практичних занять

Теми	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Контр. модульна робота	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1. "Узагальнені розв'язки еліптичних крайових задач. Власні числа та узагальнені власні функції еліптичних крайових задач"						
1.	Узагальнені похідні. Простори Соболева.	6		6	2	

2.	Узагальнені розв'язки крайових задач для еліптичних рівнянь.	8	4	18		
3.	Власні числа та власні функції еліптичних крайових задач.	6		6		
Змістовий модуль 2. "Узагальнені розв'язки гіперболічних та параболічних крайових задач"						
4.	Узагальнені розв'язки крайових задач для загального хвильового рівняння.	6	2	20	2	
5.	Узагальнені розв'язки крайових задач для загального рівняння теплопровідності.	8	2	20		
<i>Всього годин</i>		34	8	70	4	

Загальний обсяг 120 годин, у тому числі:

лекції – 34 годин,

практичні заняття – 8 годин,

консультації – 8 години,

самостійна робота – 70 годин.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. – М.: Наука, 1976.
2. Мельник Т.А., Кренивич А.П. Теорія просторів Соболева та узагальнені розв'язки крайових задач. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019.
3. Михлин С.Г. Линейные уравнения в частных производных. – М.: Высшая школа, 1977.
4. Ректорис К. Вариационные методы в математической физике и технике. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 590 с.
5. Михлин С.Г. Вариационные методы в математической физике. – М.: Наука, 1970.
6. Соболев С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. – М.: Наука, 1988.

Додаткові:

1. Мельник Т.А. Простори Соболева та узагальнені розв'язки задач математичної фізики. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2006.
2. Михлин С.Г. Курс математической физики. – М.: Наука, 1968.
3. Михлин С.Г. Численная реализация вариационных методов. – М.: Наука, 1966.
4. Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики. – М.: Наука, 1973.
5. Гончаренко В.М. Основи теорії рівнянь з частинними похідними. – К.: Вища школа, 1995.