

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



Факультет математики та інформатики

Кафедра диференціальних рівнянь

і прикладної математики

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
РІВНЯННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ**

Освітня програма Комп'ютерне моделювання та технології
програмування

Спеціальність 113 Прикладна математика

Галузь знань 11 Математика та статистика

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “31” серпня 2023р.

м. Івано-Франківськ – 2023р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Опис дисципліни
3. Структура курсу
4. Система оцінювання курсу
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу
6. Ресурсне забезпечення
7. Контактна інформація
8. Політика навчальної дисципліни

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Рівняння математичної фізики
Освітня програма	Комп'ютерне моделювання та технології програмування
Спеціалізація (за наявності)	
Спеціальність	113 Прикладна математика
Галузь знань	11 Математика та статистика
Освітній рівень	бакалавр
Статус дисципліни	нормативна
Курс / семестр	3/5
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 30 год. Практичні заняття – 30 год. Самостійна робота – 120 год.
Мова викладання	Українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	ceeq.pnu.edu.ua

2. Опис дисципліни

Мета та цілі курсу

Викласти теорію математичних моделей фізичних явищ, а саме, вивчення основних крайових задач для рівнянь математичної фізики сформувати у студентів розуміння, знання і навичок щодо постановок та методики розв'язання задач рівнянь математичної фізики.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- постановки основних задач для рівнянь математичної фізики,
- теорію задачі Коші для систем рівнянь у частинних похідних у нормальній формі за Ковалевською,
- класифікацію рівнянь у частинних похідних другого порядку, лінійних в головній частині,

- метод біжучих хвиль для рівняння струни,
- формулу розв'язку задачі Коші для рівняння коливання струни,
- формули розв'язків задачі Коші для хвильового рівняння,
- формулу розв'язку задачі Коші для рівняння теплопровідності,
- формулу розв'язків задачі Діріхле для рівняння Лапласа в кулі,
- теорію гармонічних функцій,
- метод Фур'є,
- властивості розв'язків задачі Штурма-Ліувілля,
- теорію крайових задач для рівняння Пуассона,
- теорію узагальнених розв'язків задачі Діріхле для рівняння Пуассона,
- принцип максимуму для рівняння теплопровідності.

вміти:

- ставити задачі для рівнянь математичної фізики,
- розв'язувати простіші рівняння у частинних похідних,
- розв'язувати задачі для рівняння струни за допомогою аналітичних і геометричних методів,
- визначати тип рівнянь другого порядку, лінійних в головній частині, в точці і на площині,
- розв'язувати мішані задачі для однорідного рівняння струни з однорідними крайовими умовами,
- розв'язувати мішані задачі для неоднорідного рівняння струни з однорідними крайовими умовами,
- розв'язувати мішані задачі для неоднорідного рівняння струни з неоднорідними крайовими умовами,
- розв'язувати мішані задачі для однорідного рівняння теплопровідності однорідними крайовими умовами,
- розв'язувати мішані задачі для неоднорідного рівняння теплопровідності з однорідними крайовими умовами,
- розв'язувати мішані задачі для неоднорідного рівняння теплопровідності з неоднорідними крайовими умовами,
- знаходити потенціали: об'ємні, поверхневі простого і подвійного шарів по заданому розподілу зарядів,
- застосовувати метод потенціалів до розв'язання крайових задач для рівняння Пуассона,
- розв'язувати задачу Коші для однорідного і неоднорідного рівняння теплопровідності,
- розв'язувати крайові задачі для рівняння Лапласа в прямокутних областях,
- розв'язувати крайові задачі для рівняння Лапласа в кругових областях,
- застосовувати метод функцій Гріна.

Загальні і фахові компетентності

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК05. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК06. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК01. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.

ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі.

ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язування прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

ФК09. Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

Програмні результати навчання

РН01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

РН02. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь з частинними похідними, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.

РН03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

РН06. Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв'язку.

РН07. Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.

3. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1.	Предмет рівнянь математичної фізики (рмф). Основні поняття: рівняння з частинними похідними (рчп), порядок рчп, лінійне рчп, квазілінійне рчп,	РН01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття

	класичний розв'язок рчп, характеристичні поверхні (характеристики) рчп.		
2	Основні задачі теорії рмф. Коректність задач для рмф. Приклад Адамара.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
3	Класифікація рчп другого порядку, лінійних в головній частині, в точці (гіперболічні, параболічні, еліптичні рчп другого порядку).	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
4	Зведення до канонічного вигляду рчп другого порядку, лінійного в головній частині, на площині.	PH02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
5	Задача Коші для рівняння струни. Формула Даламбера. Метод біжучих хвиль.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
6	Перша та друга мішані задачі для напівобмеженої струни. Методи парного і непарного продовження. Метод біжучих хвиль для першої та другої мішаних задач з однорідними крайовими умовами.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
7	Формули Кірхгофа розв'язку задачі Коші для хвильового рівняння.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
	Контрольна робота №1		
8	Метод Фур'є розв'язання крайових задач для обмеженої струни. Задача Штурма-Ліувілля.	PH01,02,03,06,07	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття

9	Постановка першої та другої крайових задач, задачі Коші для рівняння теплопровідності.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
10	Принцип максимуму для рівняння теплопровідності в обмежених та необмежених областях. Теорема єдиності розв'язку поставлених задач для рівняння теплопровідності. Теорема про стабілізацію розв'язків рівняння теплопровідності.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
11	Фундаментальний розв'язок рівняння теплопровідності. Інтеграл Пуассона. Принцип Дюамеля.	PH02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
12	Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння теплопровідності.	PH01,02,03,06,07	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
13	Гармонічні функції. Зв'язок між аналітичними та гармонічними функціями.	PH02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
14	Формули Гріна. Лема про тепловий потік.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
15	Сферично симетричні розв'язки рівняння Лапласа. Фундаментальний розв'язок оператора Лапласа.	PH02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
16	Потенціали та їх властивості. Представлення функцій через потенціали.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
17	Теорема про середнє значення по сфері та по кулі для гармонічних	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до

	функцій.		практичного заняття
18	Принцип максимуму для гармонічних функцій. Теорема єдиності розв'язку задачі Діріхле для рівняння Пуассона.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
19	Функція Гріна для кулі. Формула Пуассона розв'язку задачі Діріхле для рівняння Пуассона в кулі.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
20	Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння Пуассона в прямокутних областях.	PH01,02,03,06,07	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
	Контрольна робота №2		
21	Нерівність Харнака. Перша теорема Ліувіля.	PH02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
22	Оцінка похідних гармонічних функцій. Друга теорема Ліувіля.	PH02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
23	Лема про косу похідну. Теорема єдиності розв'язку задачі Неймана для рівняння Пуассона.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
24	Теорема про усуну особливості гармонічних функцій.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
25	Зовнішні задачі для рівняння Пуассона.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
26	Метод Фур'є розв'язання крайових задач для рівняння Пуассона в кругових областях.	PH01,02,03,06,07	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття

27	Теорема про компактність сім'ї гармонічних функцій.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
28	Узагальнені розв'язки задачі Діріхле для рівняння Пуассона.	PH01,02,03,06	Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття
	Контрольна робота №3		

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Лекція	5
Практичне заняття	5
Самостійна робота	10
Контрольна робота	30
Екзамен	50
Максимальна кількість балів	100

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу

Види навчальної роботи	Навчальні тижні																	Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Лекції	1		1				1						1		1			5
Практичні заняття		1		1				1		1		1						5
Самостійна робота														10				10

Контрольна робота						10					10					10		30
Екзамен																	50	50
Всього за тиждень	1	1	1	1		10	1	1		1	10	1	1	10	1	10	50	100

6. Ресурсне забезпечення

<p style="text-align: center;">Матеріально-технічне забезпечення</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наукова бібліотека ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», електронна бібліотека (доступ http://lib.pnu.edu.ua), спеціалізований читальний зал фізико-математичних та економічних наук (фонд – 12348 прим.; посадкових місць – 46). 2. Забезпечення ОК підручниками, навчальними посібниками, довідковою та іншою навчальною літературою – 39 примірників 3. Приміщення навчального призначення за адресою Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57, 	<p style="text-align: center;">Мультимедіа, лабораторії, комп'ютери та інше</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приміщення навчального призначення, оснащені мультимедією технікою.
<p>Література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Бобик О. І., Бобик І.О., Литвин В.В. Рівняння математичної фізики (практикум). – Львів: Науковий світ, 2010 2. Положий Г.М. Рівняння математичної фізики. - Київ: Радянська школа, 1959 3. Диференціальні рівняння математичної фізики: навчальний посібник/ Лавренчук В.П., Івасишен С.Д., Дронь В.С., Готинчан Т.І.-Чернівці: Рута, 2008 4. Перестюк М. О. Теорія рівнянь математичної фізики.- К:Либідь,2006 5. Іванчов М.І., Вступ до теорії рівнянь у частинних похідних. Текст лекцій, Львів: Тріада плюс, 2004. 6. Гринців Н.М., Іванчов М.І., Пабіривська Н.В., Збірник задач з рівнянь у частинних похідних, Львів: ЛНУ, 2010 	

7. Courant, R. & Hilbert, D. Methods of Mathematical Physics, vol. II, New York: Wiley-Interscience, 1962
8. John. F. Partial Differential Equations (4th ed.), New York: Springer-Verlag, 1982
9. Roubíček, T. Nonlinear Partial Differential Equations with Applications (PDF), International Series of Numerical Mathematics, vol. 153 (2nd ed.), Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser, 2013

7. Контактна інформація

Кафедра	Кафедра диференціальних рівнянь і прикладної математики. Адреса: вул. Шевченка, 57, м.Івано-Франківськ, Івано-Франківська область, 76000 Кабінет 315 Тел. (0342)596027 https://kdrpm.pnu.edu.ua/?_ga=2.54285928.1154051486.1690968641-1582695791.1634983801&_gl=1*1a9n35c*_ga*MTU4MjY5NTc5MS4xNjM0OTgzODAx*_ga_B6J5G9CVS8*MTY5MTAwNDczNC4yMTMuMS4xNjkxMDA0NzM3LjAuMC4w kdrpm@pnu.edu.ua
Викладач (і) Гостьові лектори	Казмерчук Анатолій Іванович
Контактна інформація викладача	anatolii.kazmerchuk@pnu.edu.ua

8. Політика навчальної дисципліни

Академічна доброчесність	Плагіат та інші види академічної недоброчесності не припускаються
Пропуски занять (відпрацювання)	Відпрацювання згідно з тематичним планом самостійної роботи
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	Можливе за поважних причин

Невідповідна поведінка під час заняття	Не припускається
Додаткові бали	За виконання окремих завдань науково-дослідницького характеру
Неформальна освіта	Не передбачено

Викладач

Казмерчук А. І.