

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА



Фізико-технічний факультет  
Кафедра фізики і хімії твердого тіла

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

## **Методи математичної фізики**

Рівень вищої освіти	<b>Перший (бакалаврський)</b>
Освітня програма	<b>Комп'ютерна фізика</b>
Спеціальність	<b>104 Фізика та астрономія</b>
Галузь знань	<b>10 Природничі науки</b>

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “25” серпня 2022 р.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Методи математичної фізики
<b>Викладач (-і)</b>	Доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізики і хімії твердого тіла Салій Ярослав Петрович
<b>Контактний телефон викладача</b>	59 60 82
<b>E-mail викладача</b>	<a href="mailto:yaroslav.yaliy@pnu.edu.ua">yaroslav.yaliy@pnu.edu.ua</a>
<b>Формат дисципліни</b>	денна
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредити
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Згідно розкладу
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p><b>Предметом</b> вивчення навчальної дисципліни є різні явища та процеси природи: гідродинаміки, теорії пружності, електродинаміки тощо. а також способи і методи теоретичного їх вивчення. Математичні задачі, що виникають при цьому, містять багато спільних елементів і складають предмет математичної фізики.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Метою викладання навчальної дисципліни “ Методи математичної фізики ” є ознайомити студентів з основними поняттями і законами математичної фізики та їх застосуванням. Навчити застосовувати закони та теореми векторного і тензорного аналізу та диференціального числення в частинних похідних до класичної та квантової фізики. Основними завданнями вивчення дисципліни “ Методи математичної фізики ” є навчити математичній постановці задач, строгому розв’язку найпростіших задач і фізичній інтерпретації одержаних результатів.</p> <p>Студент повинен</p> <p><b>знати</b> : Основні поняття векторного і тензорного аналізу. Скалярний, векторний, змішаний і двійний добуток векторів; градієнт, дивергенцію, ротор: теореми Гауса і Стокса; криволінійні координати: сферичні, циліндричні: диференціальні векторні оператори: згортання, прямий добуток тензорів, псевдотензори; диференціальні рівняння з частинними похідними з двома незалежними змінними; рівняння гіперболічного, параболічного та еліптичного типів: хвильове рівняння та постановки крайових задач; задачу Коші для хвильового рівняння, метод характеристик, формули Д’Аламбера, Пуассона та Кірхгофа; метод розділення змінних (метод Фур’є) для гіперболічних рівнянь; спеціальні функції математичної фізики, загальну задачу Штурма - Ліувілля; рівняння параболічного типу та фізичні задачі, що до них приводять; принцип максимуму; фундаментальний розв’язок рівняння Лапласа; метод функції Гріна.</p> <p><b>вміти</b> : використовувати набуті знання для розв’язку задач математичної фізики, враховуючи їх особливості; розуміти фізичні принципи явищ; розраховувати та аналізувати, виходячи як з основних положень фізики, потоки та поля енергії і заряду, використовуючи для цього сучасне програмне забезпечення.</p>	
<b>4. Компетентності</b>	
<p><b>Інтегральна компетентність</b> Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p><b>Загальні компетентності</b> ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p><b>Спеціальні фахові компетентності</b></p>	

СК17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

СК20. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

СК21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

#### 5. Програмні результати навчання

ПР04. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

#### 6. Організація навчання курсу

##### Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	30
практичні заняття	30
самостійна робота	120

##### Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/ вибірковий
4	104 Фізика та астрономія	2	Нормативний

##### Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Літера ра	Завдан ня, год	Вага оцін ки	Термін виконан ня
Диференціальні рівняння з частинними похідними з двома незалежними змінними. Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними.	1 лекція	1 - 5	4		Згідно розкладу занять
Канонічний вигляд диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку.	2 лекція	1 - 5	2		
Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними. Рівняння гіперболічного, параболічного та еліптичного типів.	2 практ.	1 - 5	2	1	
Канонічні форми лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними зі сталими коефіцієнтами.	3 практ.	1 - 5	2	1	
Хвильове рівняння та постановки крайових задач. Рівняння коливачь струни.	3 лекція	1 - 5	2		
Граничні та початкові умови. Їх фізична інтерпретація. Класифікація крайових задач.	4 лекція	1 - 5	2		
Поняття про коректність постановки крайової задачі. Некоректні задачі математичної фізики. Редукція загальної задачі.	4 практ.	1 - 5	2	1	
Задача Коші для хвильового рівняння. Метод характеристик. Формула Д'Аламбера. Формули	5 практ.	1 - 5	2	1	

Пуассона та Кірхгофа. Коректність постановки задачі Коші. Узагальнений розв'язок задачі Коші.					
Метод розділення змінних (метод Фур'є) для гіперболічних рівнянь. Перша мішана крайова задача для однорідного хвильового рівняння (вільні коливання струни).	5 лекція	1 – 5	4		
Перша мішана крайова задача для неоднорідного хвильового рівняння з неоднорідними граничними умовами.	6 лекція	1 – 5	2		
Перша мішана крайова задача для однорідного хвильового рівняння в прямокутнику (вільні коливання прямокутної мембрани).	7 лекція	1 – 5	2		
Спеціальні функції математичної фізики. Загальна задача Штурма-Ліувілля. Спеціальні функції математичної фізики.	7 практик.	1 – 5	2	1	
Позначення та криволінійні координати в математичній фізиці. Диференціальні операції в криволінійних координатах.	8 лекція	1 – 5	2		
Метод розділення змінних для першої мішаної крайової задачі для однорідного хвильового рівняння в крузі.	8 практик.	1 – 5	2	1	
Фізичні процеси, які приводять до рівнянь параболічного типу. Принцип максимуму. Граничні та початкові умови. Їх фізична інтерпретація.	9 лекц.	1 – 5	2		
Метод розділення змінних для параболічних рівнянь. Перша мішана крайова задача для одновимірного параболічного рівняння.	9 практик.	1 – 5	2	1	
Перша мішана крайова задача для параболічного рівняння в прямокутнику.	10 лекц.	1 – 5	2		
Постановка задачі Коші для параболічних рівнянь. Метод розділення змінних для задачі Коші в одновимірному випадку.	11 лекц.	1 – 5	2		
Задача Коші в n- вимірному просторі.	11 практик.	1 – 5	2	1	
Контрольна робота	12 практик.		2	5	
Фізичні процеси, що приводять до рівнянь еліптичного типу. Постановки крайових задач для еліптичних рівнянь.	12 лекц.	1 - 5	2		
Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа.	14 практик.		2	1	
Принцип максимуму та коректність крайових задач для рівнянь еліптичного типу.	13 практик.	1 - 5	2	1	
Принцип максимуму та його наслідки. Єдиність та неперервна залежність від граничних умов розв'язку задачі Діріхле. Формули Гріна.	14 лекц.	1 - 5	2		
Метод розділення змінних (метод Фур'є) для еліптичних рівнянь. Задача Діріхле для рівняння Лапласа в прямокутнику. Задача Діріхле для рівняння Лапласа в крузі. Інтеграл Пуассона.	15 практик.	1 - 5	2	1	

Метод функції Гріна Основна інтегральна формула Гріна та основна формула теорії гармонічних функцій. Функція Гріна для оператора Лапласа. Приклади функцій Гріна для деяких областей.	16 прак.	1 - 5	2	1	
Елементи теорії потенціалу. Потенціал об'єму, простого та подвійного шарів. Властивості потенціалів. Логарифмічні потенціали.	17 прак.	1 - 5	2	1	
Контрольна робота	18 прак.		2	5	
<b>7. Система оцінювання курсу</b>					
Загальна система оцінювання курсу	Контрольна робота 10 б., робота на практичних заняттях 15 б., перший колоквіум 15 б., другий колоквіум 10 б.				
Вимоги до письмової роботи	Мають бути представлені рисунки, вихідні дані: символічне і числове значення, у вигляді формул означення, закони і принципи, перетворення наведених формул. Обчислення результату із заданою точністю.				
Семінарські заняття					
Умови допуску до підсумкового контролю	Набрати 50 б. поточного контролю.				
<b>8. Політика курсу</b>					
<p><b>Вказати на міждисциплінарні зв'язки з квантовою механікою, електродинамікою, теорією пружності, гідродинамікою, термодинамікою, теорією поля.</b></p> <p>Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших. Заперечення слід формулювати в коректній формі. Неприпустимими є підказування та списування під час здачі будь-яких робіт (проміжного контролю, модулів, екзамену тощо)</p>					
<b>9. Рекомендована література</b>					
<p>1. Методи математичної фізики / С.С. Піх, О.М. Попель, А.А. Ровенчак, І. І. Тальянський. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2011. 404 с.</p> <p>2. Застосування методу відокремлення змінних для розв'язання одновимірних задач: Навчально-методичний посібник з дисципліни "Рівняння математичної фізики". / Упорядники І.Б. Романенко, В.Г. Самойленко. – К.: Видавничо - поліграфічний центр "Київський Університет", 2006. – 54 с.</p> <p>3. П.М.Мартинюк Рівняння математичної фізики Навчальний посібник Рівне – 2007</p>					

**Викладач**

**Салій Я.П.**