



МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна
Рік підготовки, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ECTS (150 годин), з них лекції 54 години, практичні заняття 36 годин, самостійна робота 60 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота, ДКР
Розклад занять	http://roz.kpi.ua , https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: докт. фіз.-мат. наук, професор Герасимчук Віктор Семенович Практичні: докт. фіз.-мат. наук, професор Герасимчук Віктор Семенович viktor.gera@gmail.com
Розміщення курсу	платформа дистанційного навчання Sikorsky Distance, електронний кампус КПІ esampus.kpi.ua , сайт кафедри, інформаційні ресурси бібліотеки, група в Telegram

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

1.1. Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Методи математичної фізики» належить до циклу дисциплін загальної підготовки, які складають основу підготовки бакалаврів математики.

Дана дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують математичний апарат сучасного дослідника-природознавця. Вона є одним з центральних розділів широкої і практично важливої наукової галузі «Математична фізика», що являє собою теорію математичних моделей фізичних явищ. Ця дисципліна є запорукою також успішного подальшого вивчення дисциплін професійної та практичної підготовки, застосування математичних методів для аналізу науково-природничих явищ. Вона орієнтована на здатність використовувати на практиці базові знання математичного апарату фізики при вивченні та дослідженні природних і технологічних процесів. Оволодіння методами математичної фізики дозволить студентам, крім підвищення їх математичної ерудиції, застосовувати набуті знання для розв'язування наукових і прикладних задач у таких різних галузях науки, як математика, фізика, біохімія, медицина та багатьох галузях сучасного високотехнологічного виробництва.

Мета навчальної дисципліни – навчити студентів способам побудови математичних моделей, які описуються диференціальними рівняннями у частинних похідних (ДРЧП), та основним методам розв'язування і дослідження класичних задач математичної фізики (МФ). Метою навчальної дисципліни є також формування у студентів інтегральної компетентності – здатності до логічного мислення, формування особистості студентів;

розвиток їх інтелекту і здібностей; здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі в галузі математичної фізики та використовувати методи класичної математичної фізики в професійній діяльності.

Програмні компетентності:

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 3 Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.
- ЗК 7 Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 8 Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 12 Здатність працювати автономно.
- ЗК 17 Здатність критично оцінювати результати своєї діяльності в професійній сфері, навчанні і нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень в навчальних контекстах та/або професійній діяльності з урахуванням наукових, соціальних, етичних, правових, економічних аспектів.

Фахові компетентності (ФК)

- ФК 1 Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання.
- ФК 3 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.
- ФК 4 Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізнити правдоподібні аргументи від формально бездоганих.
- ФК 5 Здатність до кількісного мислення.
- ФК 6 Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем.
- ФК 8 Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів.
- ФК 14. Здатність демонструвати математичну грамотність, послідовно пояснити іншим математичні теорії або їх складові частини, взаємозв'язок та відмінність між ними, навести приклади застосувань у природничих науках.

1.2. Предмет вивчення дисципліни

Предмет навчальної дисципліни – формулювання та методи розв'язування крайових задач класичної математичної фізики для диференціальних рівнянь у частинних похідних, а також пов'язані з цими методами супутні питання та уявлення.

1.3. Результати навчання

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають демонструвати програмні результати навчання:

- самостійно формулювати математичні моделі фізичних задач у формі крайових задач для ДРЧП;
- класифікувати та зводити до канонічного виду ДРЧП 2-го порядку з двома змінними;
- розв'язувати типові задачі МФ методами характеристик, відокремлення змінних, функцій Гріна, тощо;
- вміти користуватися спеціальними функціями МФ;
- вміти виконувати фізичний аналіз результатів розв'язування класичних задач МФ;
- знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення МФ;
- розуміти методи класичної МФ на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;
- володіти методами математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів;
- розуміти діалектичний взаємозв'язок між фізикою та математикою, а їх симбіоз, як цілісний і всеосяжний апарат пізнання природи;
- здатність застосовувати аналітичні та чисельні методи МФ для дослідження теоретичних і прикладних проблем сучасної математики;
- здатність застосовувати класичні математичні методи, сучасні комп'ютерні системи та інформаційні технології для побудови та розв'язання математичних моделей природних явищ і процесів;
- РН 11 вміти розв'язувати конкретні математичні задачі сформульовані у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей методами МФ;
- РН 12 застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних математичних моделей;
- РН 19 знати теоретичні основи і застосовувати методи МФ для моделювання реальних фізичних, біологічних, екологічних, соціально-економічних та інших процесів і явищ.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Освітній компонент “Методи математичної фізики” викладається у шостому семестрі і є одним із основних курсів професійної підготовки бакалаврів спеціальності “Математика”. Цей курс підсумовує раніше засвоєні дисципліни та дає систематизоване викладення основних положень та методів класичної математичної фізики, її

численних теоретичних та практичних застосувань. Ця дисципліна має глибокі логічні зв'язки з попередніми дисциплінами навчального плану математичної підготовки бакалаврів.

Навчальна дисципліна «Методи математичної фізики» спирається на апарат аналітичної геометрії, лінійної та векторної алгебри, математичного та функціонального аналізу, теорії диференціальних та інтегральних рівнянь, числових і функціональних рядів, ТФКЗ, перетворень Фур'є та інших дисциплін бакалаврського рівня вищої освіти і забезпечує основні дисципліни магістерського рівня.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Предмет та задачі математичної фізики

Тема 1.1. Задачі природознавства, що приводять до диференціальних рівнянь у частинних похідних.

Рівняння МФ – диференціальні рівняння у частинних похідних та їх розв'язки.

Тема 1.2. Постановка задач МФ, поняття про їх коректність.

Розділ 2. Класифікація та зведення ДРЧП 2-го порядку до канонічного виду

Тема 2.1. Класифікація ДРЧП 2-го порядку з двома змінними.

Тема 2.2. Канонічні форми ДРЧП 2-го порядку з двома змінними.

Тема 2.3. Інтегрування ДРЧП 2-го порядку у канонічній формі. Метод характеристик.

Розділ 3. Математичні моделі деяких фізичних процесів

Тема 3.1. Рівняння гіперболічного типу. Хвильові процеси.

Тема 3.2. Рівняння параболічного типу. Процеси розповсюдження тепла.

Тема 3.3. Рівняння еліптичного типу. Стаціонарні процеси.

Тема 2.4. Класифікація та питання коректності задач МФ. Методи розв'язання крайових задач.

Розділ 4. Метод відокремлення змінних (метод Фур'є)

Тема 4.1. Перша крайова задача. Розв'язання методом Фур'є.

Тема 4.2. Крайові задачі для звичайних ДР 2-го порядку. Одновимірні задачі Штурма-Ліувілля.

Тема 4.3. Властивості власних значень та власних функцій.

Тема 4.4. Однорідні/неоднорідні крайові задачі для рівнянь гіперболічного та параболічного типів.

Тема 4.5. Мішані крайові задачі для одновимірних рівнянь гіперболічного та параболічного типів.

Тема 4.6. Крайові задачі для двовимірного рівняння гіперболічного типу. Коливання мембран.

Тема 4.7. Особливості розв'язання крайових задач.

Розділ 5. Спеціальні функції та їх застосування

Тема 5.1. Рівняння Бесселя. Властивості функцій Бесселя I-го роду.

Тема 5.2. Циліндричні функції та їх властивості. Модифіковане рівняння Бесселя.

Тема 5.3. Рівняння та поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра.

Тема 5.4. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра. Просторова задача Діріхле для кулі.

Тема 5.5. Гармонічний осцилятор і поліноми Чебишова-Ерміта. Властивості поліномів Чебишова-Ерміта.

Тема 5.6. Розв'язування крайових задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій.

Розділ 6. Побудова функції Гріна для рівнянь еліптичного типу

Тема 6.1. Застосування методу відокремлення змінних до розв'язання крайових задач для рівняння Лапласа.

Тема 6.2. Формули Гріна. Інтегральне зображення гармонічної функції.

Тема 6.3. Побудова функцій Гріна для рівнянь еліптичного типу.

Тема 6.4. Функція Гріна оператора Лапласа задачі Діріхле.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Готинчан Т.І., Мельничук Л.М. Рівняння математичної фізики: основні методи, приклади, задачі: навч. посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018.– 212 с.
2. Герасимчук В.С. Методи математичної фізики. Частина 1. Вступ до теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних [Електронний ресурс]: навч. посібник для студентів спеціальностей 104 Фізика та астрономія, 111 Математика. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 25 с. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46092>
3. Герасимчук В.С. Методи математичної фізики. Частина 2. Математичні моделі деяких поширених фізичних процесів [Електронний ресурс]: навч. посібник для студентів спеціальностей 104 Фізика та астрономія, 111 Математика. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 38 с. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46095>

4. Герасимчук В.С. Методи математичної фізики. Частина 3. Метод Фур'є. Задача Штурма-Ліувілля [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 104 Фізика та астрономія, 105 Прикладна фізика та наноматеріали, 111 Математика, 113 Прикладна математика / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.С. Герасимчук. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 58 с. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/68175>
5. Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Івасюк Г.П., Рева Н.В. Основи класичної теорії рівнянь математичної фізики: навч. посібник. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2015.–358 с.
6. Tikhonov A.N. and Samarskiĭ A.A. Equations of mathematical physics. – Courier Corporation, 2013. – 800 p.

Допоміжна

7. Журавська Г.В., Качаєнко О.Б., Кузьма О.В., Рева Н.В., Стогній В.І. Класичні методи розв'язування задач математичної фізики [Електронний ресурс]: навч. посібник для інженерних спеціальностей. – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 258 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19879>
8. Перестюк М.О., Маринець В.В., Рего В.Л. Збірник задач з математичної фізики: навчальний посібник. – Вид. 2-ге виправлене і доповнене – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2012. – 252 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Розділ 1. Предмет та задачі математичної фізики

Тема 1.1. Задачі природознавства, що приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними.

Рівняння МФ – диференціальні рівняння з частинними похідними та їх розв'язки.

Лекція 1. Завдання та зміст дисципліни. Стисла історія становлення та розвитку дисципліни (2 год., [1-5]). Задачі фізики, що приводять до основних рівнянь МФ. Огляд основних задач МФ: хвильове рівняння, рівняння теплопровідності, рівняння Лапласа (2 год., [1-5]).

Тема 1.2. Постановка задач МФ, поняття про їх коректність.

Лекція 2. Основні поняття теорії ДРЧП: порядок, число змінних, однорідність/неоднорідність, лінійність /нелінійність, тип рівняння. Класичні та узагальнені розв'язки. Постановка задач МФ: граничні та початкові умови, крайові та мішані задачі, задача Коші. Коректність задач МФ (2 год., [1-5]).

Розділ 2. Класифікація та зведення ДРЧП 2-го порядку до канонічного виду

Тема 2.1. Класифікація ДРЧП 2-го порядку з двома змінними.

Лекція 3. Класифікація ДРЧП 2-го порядку. Випадки двох і довільного числа змінних: канонічні форми (2 год., [1-5]).

Тема 2.2. Канонічні форми ДРЧП 2-го порядку з двома змінними.

Лекція 4. Зведення ДРЧП 2-го порядку до канонічного виду із змінними коефіцієнтами та двома незалежними змінними (2 год., [1-5]).

Тема 2.3. Інтегрування ДРЧП 2-го порядку у канонічній формі. Метод характеристик.

Лекція 5. Інтегрування ДРЧП 2-го порядку з двома змінними у канонічній формі. Розв'язування задачі Коші для хвильового рівняння методом характеристик. Формула Д'Аламбера, біжучі хвилі (2 год., [1-5]).

Розділ 3. Математичні моделі деяких фізичних процесів

Тема 3.1. Рівняння гіперболічного типу. Хвильові процеси.

Лекція 6. Виведення телеграфного рівняння, малих поперечних коливань струни, поздовжніх коливань стержня, електричних коливань у дротах. Енергія коливання струни. Тривимірні хвильові рівняння. Формулювання крайових умов (2 год., [1-5]).

Тема 3.2. Рівняння параболічного типу. Процеси розповсюдження тепла.

Лекція 7. Лінійна задача про поширення тепла: виведення рівняння теплопровідності. Рівняння дифузії. Формулювання крайових умов. Багатовимірні рівняння дифузійного типу (2 год., [1-5]).

Тема 3.3. Рівняння еліптичного типу. Стаціонарні процеси.

Лекція 8. Стаціонарне теплове поле. Потенціальна течія рідини. Потенціал стаціонарного потоку рідини та електростатичного поля. Крайові задачі для рівняння Лапласа: задачі Діріхле, Неймана, мішана задача (2 год., [1-5]).

Тема 2.4. Класифікація та питання коректності задач МФ. Методи розв'язання крайових задач.

Лекція 9. Класифікація крайових задач МФ. Існування, єдиність та стійкість розв'язку. Огляд методів розв'язання крайових задач МФ (2 год., [1-5]).

Розділ 4. Метод відокремлення змінних (метод Фур'є)

Тема 4.1. Перша крайова задача. Розв'язання методом Фур'є.

Лекція 10. Розв'язування першої крайової задачі для хвильового рівняння. Вивчення малих коливань струни (стержня). Фізична інтерпретація розв'язку (2 год., [1-5]).

Лекція 11. Розв'язування першої крайової задачі для рівняння теплопровідності. Фізична інтерпретація розв'язку (2 год., [1-5]).

Тема 4.2. Крайові задачі для звичайних ДР 2-го порядку. Одновимірні задачі Штурма-Ліувілля.

Лекція 12. Самоспряжене рівняння 2-го порядку. Рівняння та задача Штурма-Ліувілля (2 год., [1-5]).

Тема 4.3. Власні значення та власні функції.

Лекція 13. Власні значення та власні функції: властивості. Властивості власних значень та власних функцій. Теорема Стеклова. Постановка спектральних задач (2 год., [1-5]).

Тема 4.4. Метод власних функцій в неоднорідних задачах для рівнянь гіперболічного та параболічного типів.

Лекція 14. Метод Фур'є для неоднорідних рівнянь гіперболічного та параболічного типів. Вимушені коливання струни та коливання в середовищі з опором. Коливання струни з рухомими кінцями (2 год., [1-5]).

Тема 4.5. Мішані крайові задачі для одновимірних рівнянь гіперболічного та параболічного типів.

Лекція 15. Розв'язування мішаних задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типів методом Фур'є (2 год., [1-5]).

Тема 4.6. Крайові задачі для двовимірного рівняння гіперболічного типу. Коливання мембран.

Лекція 16. Застосування методу Фур'є у багатовимірному випадку: вільні коливання прямокутної та круглої мембрани (2 год., [1-5]).

Тема 4.7. Особливості розв'язання крайових задач.

Лекція 17. Загальна схема методу відокремлення змінних. Оцінка збіжності рядів і можливість отримання розв'язку в інтегральній формі (2 год., [1-5]).

Розділ 5. Спеціальні функції та їх застосування

Тема 5.1. Рівняння Бесселя. Властивості функцій Бесселя I-го роду.

Лекція 18. Розв'язок рівняння Бесселя у вигляді рядів. Властивості функцій Бесселя I-го роду (2 год., [1-5]).

Тема 5.2. Циліндричні функції та їх властивості. Модифіковане рівняння Бесселя.

Лекція 19. Функції Бесселя II-го та III-го роду. Модифіковане рівняння Бесселя (2 год., [1-5]).

Тема 5.3. Рівняння та поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра.

Лекція 20. Оператор Лапласа в сферичній системі координат. Рівняння та поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра (2 год., [1-5]).

Тема 5.4. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра. Просторова задача Діріхле для кулі.

Лекція 21. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра. Просторова задача Діріхле для кулі. Усталена температура в кулі (2 год., [1-5]).

Тема 5.5. Гармонічний осцилятор і поліноми Чебишова-Ерміта. Властивості поліномів Чебишова-Ерміта.

Лекція 22. Гармонічний осцилятор, поліноми Чебишова-Ерміта та їх властивості (2 год., [1-5]).

Тема 5.6. Розв'язування крайових та мішаних задач методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій.

Лекція 23. Розв'язування неоднорідних крайових задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій (2 год., [1-5]).

Розділ 6. Побудова функції Гріна для рівнянь еліптичного типу

Тема 6.2. Застосування методу відокремлення змінних до розв'язання крайових задач для рівняння Лапласа.

Лекція 24. Метод відокремлення змінних в криволінійній ортогональній системі координат. Рівняння Лапласа в сферичній та циліндричній системах координат. Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа в просторі та на площині (2 год., [1-5]).

Тема 6.3. Формули Гріна. Інтегральне зображення гармонічної функції.

Лекція 25. Перша та друга формули Гріна. Інтегральне зображення гармонічної функції. Властивості гармонічних функцій. Принцип максимуму та наслідки з нього (2 год., [1-5]).

Тема 6.4. Побудова функцій Гріна для рівнянь еліптичного типу.

Лекція 26. Структура функцій Гріна. Побудова функцій Гріна першої крайової задачі (2 год., [1-5]).

Тема 6.5. Функція Гріна оператора Лапласа задачі Діріхле.

Лекція 27. Побудова функції Гріна задачі Діріхле для рівняння Лапласа в кулі. Виведення формули Пуассона для розв'язків задачі Діріхле в кулі (2 год., [1-5]).

Практичні заняття

Розділ 1. Предмет та задачі математичної фізики

Тема 1.1. Задачі природознавства, що приводять до диференціальних рівнянь з частинними похідними.

Рівняння МФ – диференціальні рівняння з частинними похідними та їх розв'язки.

Заняття 1. Побудова математичних моделей фізичних задач. Найпростіші випадки інтегрування ДРЧП (2 год.).

Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Розділ 2. Класифікація та зведення ДРЧП 2-го порядку до канонічного виду

Тема 2.1. Класифікація ДРЧП 2-го порядку з двома змінними.

Заняття 2. Класифікація ДРЧП 2-го порядку для функції двох змінних зі змінними коефіцієнтами (2 год.).

Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 2.2. Канонічні форми ДРЧП 2-го порядку з двома змінними.

Заняття 3. Зведення до канонічного виду ДРЧП 2-го порядку. Інтегрування в канонічній формі (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 2.3. Інтегрування ДРЧП 2-го порядку у канонічній формі. Метод характеристик.

Заняття 4. Розв'язання задачі Коші для рівняння гіперболічного типу з двома незалежними змінними методом характеристик. Застосування формули Д'Аламбера (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Розділ 4. Метод відокремлення змінних (метод Фур'є)

Тема 4.1. Перша крайова задача. Розв'язання методом Фур'є.

Заняття 5. Розв'язування першої крайової задачі для хвильового рівняння методом Фур'є. Розрахунок енергії коливань (2 год.) Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Заняття 6. Розв'язування першої крайової задачі для рівняння теплопровідності методом Фур'є. Функція температурного впливу миттєвого точкового джерела тепла. Принцип максимуму (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 4.3. Одновимірна задача Штурма-Ліувілля. Власні значення та власні функції.

Заняття 7. Розв'язування одновимірних задач Штурма-Ліувілля. Знаходження власних функцій і власних значень (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 4.4. Метод власних функцій в неоднорідних задачах для рівнянь гіперболічного та параболічного типів.

Заняття 8. Розв'язування неоднорідних задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типів методом Фур'є (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 4.5. Мішані крайові задачі для одновимірних рівнянь гіперболічного та параболічного типів.

Заняття 9. Розв'язування мішаних задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типів методом Фур'є (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 4.6. Крайові задачі для двовимірного рівняння гіперболічного типу. Коливання мембран.

Заняття 10. Розв'язування двовимірних однорідних крайових задач для рівнянь гіперболічного типу методом Фур'є: коливання прямокутної та круглої мембрани (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Розділ 5. Спеціальні функції та їх застосування

Тема 5.1. Рівняння Бесселя. Властивості функцій Бесселя I-го роду.

Заняття 11. Доведення рекурентних співвідношень та властивостей функцій Бесселя I-го роду (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 5.3. Рівняння та поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра.

Заняття 12. Відокремлення змінних у рівнянні Лапласа в сферичній системі координат (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 5.4. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра. Просторова задача Діріхле для кулі.

Заняття 13. Властивості поліномів Лежандра. Приєднані Поліноми Лежандра. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 5.6. Розв'язування крайових та мішаних задач методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій.

Заняття 14. Розв'язування неоднорідних крайових задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

роботи [1-7].

Розділ 6. Побудова функції Гріна для рівнянь еліптичного типу

Тема 6.2. Застосування методу відокремлення змінних до розв'язання крайових задач для рівняння Лапласа.

Заняття 15. Крайові задачі для рівняння Лапласа. Метод відокремлення змінних для рівняння Лапласа. Рівняння та інтеграл Пуассона (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 6.3. Формули Гріна. Інтегральне зображення гармонічної функції.

Заняття 16. Розв'язування задачі Діріхле для кола, кільця, сектора (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 6.4. Побудова функцій Гріна для рівнянь еліптичного типу.

Заняття 17. Розв'язування задачі Діріхле для прямокутника, кулі (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

Тема 6.5. Функція Гріна оператора Лапласа задачі Діріхле.

Заняття 18. Функція джерела для рівняння Лапласа та її основні властивості. Побудова функцій Гріна для рівнянь еліптичного типу (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [1-7].

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до практичних занять, виконання домашніх завдань та домашньої контрольної роботи (ДКР) як індивідуального семестрового завдання. Це завдання містить відповідні варіанти задач зі збірника завдань [7]. Індивідуальні семестрові завдання припускають комп'ютерне моделювання аналітичних розв'язків відповідних крайових задач математичної фізики.

Кожного разу, починаючи на лекції нову тему викладачем наводяться приклади відповідних темі лекції фізичних (природних) явищ або процесів. Виходячи з їх фізичного змісту та сучасних уявлень будуються математичні моделі, в основі яких лежать рівняння у частинних похідних. На всіх етапах, починаючи з постановки задачі, побудови математичної моделі, вибору методів розв'язування, аналізу отриманих результатів до обговорення залучаються студенти. На заключних етапах розв'язування й особливо при аналізі результатів застосовуються комп'ютерні обчислювальні та графічні програми.

З метою вдосконалення навчального процесу, бажано замінити ДКР, передбачену існуючої програмою навчальної дисципліни, на курсору роботу з ММФ, обов'язковим елементом якої було б використання методів комп'ютерного моделювання.

У наш час, у 21 столітті неможливо та й негоже обмежуватися, тільки класичними аналітичними методами (Д'Аламбера, Фур'є, функції Гріна та деякими іншими), якими б ефективними вони не були, розробленими ще в 18-19 століттях. Нині найважливішим доповненням до них є різні прийоми комп'ютерного моделювання, які дозволяють не тільки побудувати графік отриманого аналітичного розв'язку, тобто зобразити розв'язок у наочному вигляді, але і в багатьох випадках знайти цей розв'язок методами комп'ютерного моделювання.

Згадані вище (розділ 6) комп'ютерні методи побудови розв'язків крайових задач МФ дійсно використовуються в навчальному процесі. Але лише за рахунок ентузіазму викладача та його особистого часу. Існуючою програмою навчальної дисципліни вони не передбачені.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

7.1. Форми роботи

Навчальні заняття зазвичай проводяться у навчальних аудиторіях в off-line режимі. В умовах карантину використовується on-line режим із застосуванням усіх доступних наочних засобів подання матеріалу (Zoom, Meet Google, Skype та інше). Додатково студенти отримують всі навчальні та методичні матеріали по e-mail, telegram-каналю або в електронному кампусі.

7.2. Правила відвідування занять

Заняття проводяться згідно з розкладом у навчальних аудиторіях, або в умовах карантину в on-line режимі з використанням доступних засобів відео зв'язку за умови однозначної ідентифікації здобувача вищої освіти. Проведення занять в on-line режимі регламентується відповідним наказом по КПІ ім. Ігоря Сікорського.

За наявності поважних причин здобувач вищої освіти повинен завчасно (за 1 день) повідомити викладача про можливий пропуск контрольного заходу. Протягом наступного тижня здобувач вищої освіти має звернутися до викладача для погодження форми та порядку усунення заборгованості.

Якщо аудиторне заняття випадає на неробочий (святковий) день, то матеріал такого заняття частково

переноситься в категорію «Самостійна робота студентів», а частково додається до наступного заняття.

7.3. Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали:

До 5 балів – за активну роботу щонайменше на 5-ти заняттях (обґрунтовані відповіді на запитання, самостійне розв’язування задач та їх аналіз, участь в обговореннях);

До 10 балів – студенту, який підготував і подав для у часті у студентській науковій конференції матеріал за тематикою навчальної дисципліни (за умови доповіді на конференції).

Штрафні бали:

Під час воєнного стану – не застосовуються.

8. Політика університету

8.1. Політика щодо академічної доброчесності

Безумовне дотримання положень «Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського» (розділ 3).

Усі завдання мають виконуватися самостійно! Співпраця студентів дозволена лише при розв’язанні проблемних завдань, але свій розв’язок кожен студент захищає самостійно. Взаємодія студентів під час іспиту категорично забороняється і будь-яка така діяльність вважається порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності. Політика та принципи академічної доброчесності, детальніше: <https://kpi.ua/code>

8.2. Норми етичної поведінки

Безумовне дотримання норм етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Оцінювання та контрольні заходи

9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

9.1. Види контролю

Вид контролю	Спосіб контролю
Поточний контроль	Перевірка виконання індивідуальних завдань, опитування за темою заняття, модульні контрольні роботи
Календарний контроль	Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу
Семестровий контроль	Екзамен
Умови допуску до семестрового контролю	Семестровий рейтинг студента не менше 60 балів, за умови зарахування усіх індивідуальних завдань

9.2. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Головна частина рейтингу студента формується завдяки активній творчій праці на практичних заняттях, виконанні індивідуальних домашніх завдань та результатах модульної контрольної роботи.

Види контролю:

- поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий);
- календарний контроль проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання ДКР. Кожен здобувач вищої освіти отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.

1. Поточний контроль

Включає: експрес-опитування, опитування за темою заняття, написання МКР, захист ДКР.

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2, якість роботи – 0 - 2 (відповідь: повна і своєчасна (до наступного практичного заняття) – 2; неповна, або несвоечасна –1; відсутня – 0; бездоганна – 3).

Максимальна кількість балів за роботу на практичних заняттях – не обмежена.

2. Модульна контрольна робота

Складається з 2-х частин і виконується перед календарним контролем (атестацією) за пройденим на момент

її написання матеріалом. МКР-1 оцінюється в 10 балів, МКР-2 – 14 балів.
Максимальна кількість балів за обидві модульні контрольні роботи – 24 бали.
Переписування контрольної роботи з метою підвищення балу – не передбачене.

3. Індивідуальна домашня контрольна робота

Ваговий бал: ДКР-1 – 6 балів; ДКР-2 – 8 балів; ДКР-3 та ДКР-4 по – 11 балів. Оцінюється кожне індивідуальне завдання ДКР у процентному відношенні до правильно розв'язаних задач. Максимальна кількість балів за 4 індивідуальні ДКР складає – 36 балів. Кожне індивідуальне завдання ДКР захищається особисто.

Загальний семестровий рейтинговий бал:

$$R = R_{\text{ПЗ}} + R_{\text{МКР}} + R_{\text{ДКР}} = R_{\text{ПЗ}} + 24 + 36,$$

де $R_{\text{ПЗ}}$ – максимальна кількість балів за роботу на практичних заняттях, $R_{\text{МКР}}$ – максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу, $R_{\text{ДКР}}$ – максимальна кількість балів за індивідуальні завдання.

2. Календарний контроль

Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу, базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доноситься до студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

3. Семестровий контроль (екзамен)

Екзамен проводиться в усній формі. Екзаменаційні білети містять два теоретичні питання та два практичні завдання. Ваговий бал теоретичного питання – 8 балів, практичного завдання – 12 балів.

Критерії оцінювання:

- повна відповідь на всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 9 - 10 балів;
- достатньо повна відповідь (незначні неточності; не менше 75% потрібної інформації) – 7 - 8 балів;
- неповна відповідь (помилки і певні недоліки; не менше 60%) – 5 - 6 балів;
- незадовільна відповідь (неправильний метод розв'язування) – 0 - 4 бали.

Розмір стартової шкали $R_C = 60$ балів. Розмір екзаменаційної шкали $R_E = 40$ балів.

Розмір шкали рейтингу $R = R_C + R_E = 100$ балів.

Якщо на момент семестрового контролю, за умов виконання всіх умов допуску до семестрового контролю, здобувача вищої освіти не задовольняє набрана кількість балів за семестр, то результати рейтингової оцінки скасовуються і здобувач вищої освіти здає екзамен. У цьому разі екзамен може бути оцінений від 0 до 100 балів.

4 Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силябус):

Складено професором кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь,
доктором фіз.-мат. наук, професором Герасимчуком В.С.

Ухвалено кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол №8 від 23.05.2024р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 10 від 25.06.2024р.)