

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

Проректор _____
" 15 " _____ 09 _____ 20 16 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи математичної фізики

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь знань _____ 10 природничі науки _____
(шифр і назва напрямку підготовки)
спеціальність _____ 105 прикладна фізика та наноматеріали _____
(шифр і назва спеціальності)
спеціалізація _____
(назва спеціалізації)
факультет _____ фізико-технічний _____
(назва інституту, факультету)

Робоча програма

“Методи математичної фізики”

(назва навчальної дисципліни)

для студентів за спеціальністю 105 прикладна фізика та наноматеріали

„___” _____, 20__ р. – __ с.

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Салій Ярослав Петрович професор кафедри фізики і хімії твердого тіла, доктор фізико - математичних наук, професор.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Фізики і хімії твердого тіла

Протокол від “___” _____ 2016 р. № ___

Завідувач кафедри Фізики і хімії твердого тіла

(Прокопів В.В.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“___” _____ 2016 р.

Схвалено методичною комісією факультету, інституту.

Протокол від “___” _____ 20__ р. № ___

“___” _____ 20__ р.

Голова _____ (_____)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

1. Ó Салій Я.П., 2016 рік
2. Ó ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2016 рік

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни | |
|--|--|--------------------------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 7 | Галузь знань: <u>10 природничі науки</u> — (шифр і назва) | Нормативна (за вибором) | |
| Модулів – 1 | Спеціальність: <u>105 прикладна фізика та наноматеріали</u> | Рік підготовки: | |
| Змістових модулів – 2 | | 3-й | -й |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання (назва) | | Семестр | |
| Загальна кількість годин - 210 | | 5-й, 6-й | год. |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 4 самостійної роботи студента 6 | Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u> | Лекції | |
| | | 36 год. | .год. |
| | | Практичні, семінарські | |
| | | 34 год. | год. |
| | | Лабораторні | |
| | | год. | год. |
| | | Самостійна робота | |
| | | 140 год. | год. |
| Індивідуальні завдання: __ год. | | | |
| Вид контролю: контрольні роботи, залік, екзамен | | | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання - 0,5

для заочної форми навчання –

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: 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.

Завдання: навчити математичній постановці задач, строгому розв'язку найпростіших задач і фізичній інтерпретації одержаних результатів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:** 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.

вміти: 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.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Векторний і тензорний аналіз.

Тема 1. **Векторний аналіз.** Основні поняття. Поворот системи координат. Скалярний добуток. Векторний добуток. Змішаний і двійний векторний добуток трьох векторів. Градієнт. Дивергенція. Ротор. Послідовне застосування оператора ∇ . Інтегрування векторів. Теорема Гауса. Теорема Стокса. Теорія потенціалу.

Тема 2. **Системи координат.** Криволінійні координати. Диференціальні векторні оператори. Сферичні координати r, φ, θ . Розділення змінних. Кругові циліндричні координати ρ, φ, z . Еліптичні циліндричні координати u, v, z . Параболічні циліндричні координати ξ, η, z .

Тема 3. **Тензорний аналіз.** Вступ. Основні поняття. Згортання, прямий добуток. Правило частки. Псевдотензори

Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння з частинними похідними.

Тема 4. **Диференціальні рівняння з частинними похідними.**

Диференціальні рівняння з частинними похідними з двома незалежними змінними. Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними. Канонічний вигляд диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку. Рівняння гіперболічного, параболічного та еліптичного типів. Канонічні форми лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними зі сталими коефіцієнтами

Тема 5. Рівняння гіперболічного типу.

Хвильове рівняння та постановки крайових задач. Рівняння коливань струни. Граничні та початкові умови. Їх фізична інтерпретація. Класифікація крайових задач. Поняття про коректність постановки крайової задачі. Некоректні задачі математичної фізики. Редукція загальної задачі.

Задача Коші для хвильового рівняння. Метод характеристик. Формула Д'Аламбера. Формули 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). Перша мішана крайова задача для неоднорідного хвильового рівняння (вимушені коливання струни). Перша мішана крайова задача для неоднорідного хвильового рівняння з неоднорідними граничними умовами. Перша мішана крайова задача для однорідного хвильового рівняння в прямокутнику (вільні коливання прямокутної мембрани).

Спеціальні функції математичної фізики. Загальна задача Штурма-Ліувілля. Спеціальні функції математичної фізики.

Позначення та криволінійні координати в математичній фізиці. Диференціальні операції в криволінійних координатах. Метод розділення змінних (метод Фур'є) для першої мішаної крайової задачі для однорідного хвильового рівняння в крузі.

Тема 6. Рівняння параболічного типу

Рівняння параболічного типу та фізичні задачі, що до них приводять. Фізичні процеси, які приводять до рівнянь параболічного типу. Принцип максимуму. Граничні та початкові умови. Їх фізична інтерпретація.

Метод розділення змінних для параболічних рівнянь. Перша мішана крайова задача для одновимірного параболічного рівняння. Перша мішана крайова задача для параболічного рівняння в прямокутнику. Перша мішана крайова задача для параболічного рівняння в крузі.

Задача Коші для рівнянь параболічного типу

Постановка задачі Коші для параболічних рівнянь. Метод розділення змінних (метод Фур'є) для задачі Коші в одновимірному випадку. Задача Коші в n -вимірному просторі.

Єдиність та стійкість розв'язків крайових задач для рівнянь параболічного типу. Єдиність та стійкість розв'язків мішаних крайових задач. Єдиність розв'язку задачі Коші. Неперервна залежність розв'язку задачі Коші від початкових умов та інтенсивності внутрішніх джерел тепла.

Тема 7. Рівняння еліптичного типу.

Еліптичні рівняння та фізичні процеси, які до них приводять

Фізичні процеси, що приводять до рівнянь еліптичного типу..Постановки крайових задач для еліптичних рівнянь. Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа.

Принцип максимуму та коректність крайових задач для рівнянь еліптичного типу. Принцип максимуму та його наслідки. Єдиність та неперервна залежність від граничних умов розв'язку задачі Діріхле. Формули Гріна. Єдиність розв'язку задачі Неймана. Єдиність розв'язку першої мішаної крайової задачі для гіперболічних рівнянь.

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.

Метод функції Гріна Основна інтегральна формула Гріна та основна формула теорії гармонічних функцій. Функція Гріна для оператора Лапласа. Приклади функцій Гріна для деяких областей.

Елементи теорії потенціалу. Потенціал об'єму, простого та подвійного шарів. Властивості потенціалів. Логарифмічні потенціали.

4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--------------|----|-----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|-----|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | п | лаб | інд | с.р. | | л | п | лаб | інд | с.р |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Модуль 1 | | | | | | | | | | | | |
| Змістовий модуль 1. Векторний і тензорний аналіз. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Векторний аналіз. | 34 | 6 | 8 | | | 20 | | | | | | |
| Тема 2. Системи координат. | 32 | 6 | 6 | | | 20 | | | | | | |
| Тема 3. Тензорний аналіз. | 24 | 2 | 2 | | | 20 | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 1 | 90 | 14 | 16 | | | 60 | | | | | | |
| Модуль 2. | | | | | | | | | | | | |
| Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння з частинними похідними. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 4. Диференціальні рівняння з частинними похідними. | 28 | 4 | 4 | | | 20 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|----|----|---|--|-----|--|--|---|---|---|--|
| Тема 5. Рівняння гіперболічного типу. | 34 | 8 | 6 | | | 20 | | | | | | |
| Тема 6. Рівняння параболічного типу. | 32 | 6 | 6 | | | 20 | | | | | | |
| Тема 7. Рівняння еліптичного типу. | 26 | 4 | 2 | | | 20 | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 2 | 120 | 22 | 18 | | | 80 | | | | | | |
| Усього годин | 210 | 36 | 34 | | | 140 | | | | | | |
| Модуль 2 | | | | | | | | | | | | |
| ІНДЗ | | | - | - | | - | | | - | - | - | |
| Усього годин | | | | | | | | | | | | |

5. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Поворот системи координат. | 2 |
| 2. | Скалярний, векторний, змішаний і двійний добутки векторів. | 2 |
| 3. | Градiєнт, дивергенція, ротор. | 2 |
| 4. | Інтегрування векторів. Теорема Гауса. Теорема Стокса. | 2 |
| 5. | Сферичні координати r, φ, j . | 2 |
| 6. | Кругові циліндричні координати ρ, j, z . | 2 |
| 7. | Згортання, прямиї добутки тензорів. | 2 |
| 8. | Контрольна робота | 2 |
| 9. | Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку. | 2 |
| 10. | Зведення до канонічного вигляду диференціальних рівнянь з частинними похідними зі сталими коефіцієнтами. | 2 |
| 11. | Задача Коші для рівнянь гіперболічного типу. Метод характеристик | 2 |
| 12. | Задача Коші для рівнянь гіперболічного типу. Метод характеристик | 2 |
| 13. | Метод розділення змінних (метод Фур'є) для рівнянь гіперболічного типу. | 2 |
| 14. | Метод розділення змінних для рівнянь параболічного типу. | 2 |
| 15. | Задача Коші для рівнянь параболічного типу. | 2 |
| 16. | Крайові задачі для рівнянь еліптичного типу. | 2 |
| 17. | Контрольна робота | 2 |

6. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Векторний аналіз. | 20 |
| 2 | Системи координат. | 20 |
| 3 | Тензорний аналіз. | 20 |
| 4 | Диференціальні рівняння з частинними похідними. | 20 |
| 5 | Рівняння гіперболічного типу. | 20 |
| 6 | Рівняння параболічного типу. | 20 |
| 7 | Рівняння еліптичного типу. | 20 |

7. Методи навчання

Лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота.

8. Методи контролю

Звіти за практичні роботи, контрольні роботи, залік, екзамен.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота | | | Сума |
|---|----|----|------|
| Змістовий модуль №1 | | | |
| T1 | T2 | T3 | 20 |
| 9 | 8 | 3 | |

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

| Поточне тестування та самостійна робота | | | | Підсумковий тест (екзамен) | Сума |
|---|----|----|----|----------------------------|------|
| Змістовий модуль № 2 | | | | | |
| T4 | T5 | T6 | T7 | 50 | 100 |
| 4 | 11 | 8 | 7 | | |

10. Методичне забезпечення

1. Салій Я.П.. Збірник задач з математичних методів. Івано-Франківськ, Електронний варіант.
2. Салій Я.П. Курс лекцій з математичних методів. Івано-Франківськ, Електронний варіант.

11. Рекомендована література

Базова

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.- Москва: Наука,1977.- 736с.
2. Г. Арфкен Математические методы в физике.- Москва: Наука, 1985. - 312с.
3. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. – Москва: Наука, 1984. – 384с.

4. Боголюбов А.Н., Кравцов В.В. Задачи по математической физике.- Москва: Изд-во МГУ, 1998. - 350с.
5. Бицадзе А.В., Калинин Д.Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики.- Москва: Наука, 1985. - 312с.
6. Будаков Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике.- Москва: ГИИТЛ, 1956. - 684с.

Допоміжна

1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики.- Москва: Наука, 1981.- 512с.
2. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных.- Москва: Наука, 1983.- 424с.
3. Никольский С.М. Курс математического анализа. Т. 1.- Москва: Наука, 1990.- 464с.
4. Никольский С.М. Курс математического анализа. Т. II. – Москва: Наука, 1991. - 544с.
5. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. – Київ: Либідь, 2001. – 333с.
6. Рихтмайер Р. Принципы современной математической физики: В 2 т.- Москва: Мир, 1982-1984.
7. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння у прикладах і задачах.- Київ: Вищ. шк., 1994.- 455с.
8. Соболев С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике.- Москва: Наука, 1988.- 344с.