

## Дисципліни вільного вибору (ВК1, ЗК2.1.1.01):

### *Цифрова обробка та візуалізація сигналів (доц. Я. Чернодольський)*

Метою навчальної дисципліни «Цифрова обробка та візуалізація сигналів» є формування знань здобувачів вищої освіти щодо теоретичних основ цифрової обробки сигналів, методів представлення сигналів, базових перетворень сигналів, синтезу цифрових фільтрів, ефективних алгоритмів цифрової обробки сигналів та зображень, пристроїв цифрової обробки сигналів та зображень, умінь аналізу, розробки та експлуатації таких пристроїв у комп'ютерних системах. Предмет вивчення навчальної дисципліни: теоретичні основи цифрової обробки сигналів та зображень, методи представлення сигналів, базові перетворення сигналів, синтез цифрових фільтрів, ефективних алгоритмів цифрової обробки сигналів, пристроїв цифрової обробки сигналів та зображень.

У результаті вивчення цього курсу студент буде

#### **знати:**

- роль та місце теорії цифрової обробки сигналів та зображень при створенні різноманітних систем управління;
- основні принципи застосування Z перетворення;
- основні принципи застосування перетворення Фур'є;
- основні принципи застосування дискретного перетворення Фур'є;
- алгоритми побудови нерекурсивних фільтрів;
- алгоритми побудови рекурсивних фільтрів;
- основні методи цифрової фільтрації;
- основні методи кодування зображення;
- основні методи обробки мовних і аудіосигналів;
- побудову і застосування пристроїв комп'ютерних систем обробки зображень;
- побудову і застосування цифрових процесорів обробки сигналів.

#### **вміти:**

- застосовувати математичний апарат цифрової обробки для проектування цифрових пристроїв;
- виконувати перетворення Фур'є;
- виконувати дискретне перетворення Фур'є;
- застосовувати основні методи цифрової фільтрації;
- виконувати оптимальну обробку мовних і аудіосигналів;
- застосовувати основні методи кодування зображень;
- впроваджувати оптимальні методи обробки зображень

## **Структура та оптико-електронні параметри кристалів (доц. М. Коваленко)**

У магістерському курсі «Структура та оптико-електронні параметри кристалів» розглядаються енергетична структура та оптичні властивості кристалів. Висвітлюються основні підходи до розрахунку зонних енергетичних параметрів кристалів та засади прогнозування оптико-спектральних властивостей кристалів. Поряд з лекційним курсом студенти мають можливість проводити практичні розрахунки електронної будови кристалів та їх оптичних спектрів. Розрахунки проводяться із використанням пакету програм Abinit, який є одним із найбільш популярних та доступних інструментів для розрахунку електронного спектра, просторової структури та макроскопічних властивостей різноманітних систем із використанням теорії функціонала густини.

**Мета:** ознайомлення з основними методами розрахунку та розшифрування зонної енергетичної структури кристалів, розрахунку та інтерпретації оптичних спектрів кристалів та основних оптичних функцій.

**Завдання:** встановлення зв'язку між параметрами зонної енергетичної структури кристалів і їх спектральними властивостями, такими як спектри поглинання, діелектричні постійні, дисперсія показника заломлення.

У результаті вивчення цього курсу студент буде

### **знати:**

- основні наближення, що використовуються для розрахунку електронної будови кристалів;
- основні методи теоретичних розрахунків зонних структур кристалів;
- методи розрахунку основних оптичних функцій кристалів
- принципи ідентифікації особливостей оптичних спектрів
- експериментальні оптико-спектральні методи визначення параметрів енергетичної структури кристалів;

### **вміти:**

- розрахувати електронну енергетичну структуру атомів, молекул, кристалів, нанооб'єктів із використанням пакету програм Abinit;
- здійснювати розрахунок загальної та парціальної густини електронних станів кристалів;
- візуалізувати просторову густину електронів у кристалах;
- розраховувати та проводити інтерпретацію спектрів поглинання кристалів
- проводити розрахунок головних оптичних функцій кристалів.
- здійснювати оптимізацію кристалічної ґратки

## **Люмінесценція кристалів (проф. А. Волошиновський)**

**Мета** курсу — дати студентам основи знань про люмінесценцію, як про один з потужних методів фізичного дослідження речовини. У курсі викладаються результати теоретичних та експериментальних досліджень люмінесцентних процесів у кристалах.

У результаті вивчення цього курсу студент буде

### **знати:**

- класифікацію явищ люмінесценції;
- механізми збудження люмінесценції речовин в різних агрегатних станах;
- напівемпіричний розрахунок спектрів поглинання і люмінесценції домішкових центрів в кристалах;
- особливості внутріцентрної і рекомбінаційної люмінесценції центрів забарвлення;
- характеристику екситонної люмінесценції кристалів;
- методи визначення параметрів рівнів захоплення електронів і дірок в кристалах;
- механізми сцинтиляційних процесів;

### **вміти:**

- відрізнити явище люмінесценції від інших видів свічення;
- ідентифікувати спектри 4f-4f люмінесценції іонів лантанідів;
- розраховувати енергії дефектів у кристалах;
- визначати кінетичні параметри люмінесцентних процесів;
- розраховувати параметри міграції електронних збуджень в кристалах;
- пояснити основні закономірності спектрів конденсованих систем (закони Стокса, дзеркальної симетрії між спектрами поглинання і випромінювання, антистоксову люмінесценцію і ін.);
- побудувати зонну схему кристалу, розмістити рівні активатора, діркові і електронні рівні захоплення;
- змонтувати спектрофотометричну установку на базі монохроматорів для досліджень явищ люмінесценції;
- проводити експерименти по визначенню параметрів люмінесценції: дійсного розподілу енергії в спектрі люмінесценції, частоти чисто електронного переходу, положення піків термо- і фотостимульованої люмінесценції і ін.).

## **Модельні методи в фізиці металів (проф. П. Якібчук)**

Дисципліна «Модельні методи в фізиці металів» розроблена таким чином, щоб надати учасникам відповідні теоретичні знання, уміння, навички, загальні та фахові компетентності для продукування нових ідей, розв'язання проблем у галузі фізики металів і матеріалознавства. Тому у курсі представлені відповідні теоретичні дані та передбачене виконання лабораторних робіт, пов'язаних з застосуванням квантово-механічних і класичних методів моделювання зонної структури металів, вивчення електричних та магнітних властивостей металів.

**Метою і завданням** навчальної дисципліни «Модельні методи в фізиці металів» є навчити майбутніх спеціалістів володіти сучасними методами опису електронних властивостей металічних систем, а саме ознайомити їх з основними поняттями теорій Друде та Зоммерфельда. Навчити майбутніх спеціалістів самостійно проводити розрахунки енергетичного спектру та зонної структури металів із використанням низки методів, серед яких є метод лінійної комбінації атомних орбіталей, метод комірок, метод функцій Гріна, метод плоских хвиль, метод ортогоналізованих плоских хвиль та інші. Ознайомити студентів із методиками першопринципних розрахунків електронних властивостей металів за допомогою побудови рядів теорії збурень за псевдопотенціалом електрон-іонної взаємодії. Навчити студентів самостійно використовувати вищезгадані методи для теоретичного прогнозування та інтерпретації експерименту.

У результаті вивчення цього курсу студент буде

**знати:** традиційні методи розрахунку зонної структури твердих тіл: метод лінійної комбінації атомних орбіталей, метод комірок, метод приєднаних плоских хвиль, метод плоских, ортогоналізованих та повністю ортогоналізованих плоских хвиль тощо.

**вміти:** оцінювати властивості електронного газу в основному стані, розраховувати його термодинамічні властивості; оцінювати електростатичну провідність, термо-е.р.с. металів; проводити класифікацію твердих тіл на діелектрики, напівпровідники та метали у залежності від особливостей зонної будови таких систем; застосовувати відповідний метод розрахунку зонної структури у залежності від типу досліджуваного об'єкту; проводити розрахунки формфакторів псевдопотенціалів; проводити процедуру екранування локальних та нелокальних модельних потенціалів; вибирати оптимальну модель та метод розрахунку параметрів першопринципних потенціалів та псевдопотенціалів.

## **Космічна магнетогідродинаміка (доц. Н. Гаврилова)**

У результаті вивчення цього курсу студент повинен освоїти виведення базових рівнянь МГД та рівнянь МГД в рамках СТВ; вміти використовувати умову магнетогідростатичної рівноваги у відповідних задачах МГД, оперувати рівняннями стійкої МГД, застосовувати умови МГД нестійкостей у астрофізичних задачах, оперувати базовими рівняннями для опису стаціонарних потоків у рамках ЗТВ, будувати МГД моделі різноманітних астрофізичних об'єктів.

**Мета і завдання:** дати студентам фундаментальні знання з основ сучасної космічної магнетогідродинаміки (МГД) як у нерелятивістському, так і в релятивістських (спеціальної та загальної теорії відносності) випадках, дати огляд сучасних методів побудови магнетогідродинамічних моделей таких астрофізичних об'єктів як зорі що обертаються, міжзоряний іонізований газ, акреційні диски навколо зір, релятивістських компактних об'єктів та надмасивних чорних дір (ядра активних галактик: диск та формування джетів).

Після завершення цього курсу студент буде:

### **знати:**

- основні рівняння для побудови МГД моделей,
- основи МГД у рамках СТВ,
- рівняння Града–Шафранова,
- основи еволюції магнетного поля «вмороженого» в плазму,
- основи опису простих стаціонарних потоків у МГД,
- основи опису вітрів та джетів у рамках ідеальної МГД,
- асимптотичні задачі ідеальної МГД вітрів та джетів,
- основи МГД при малих рухах,
- види нестійкостей у МГД і причини їх виникнення,
- основи опису стаціонарних потоків у рамках ЗТВ,
- основи МГД моделей магнітної активності фотосфер зір,
- основи побудови моделей акреції речовини у тісних подвійних системах,
- основи врахування магнітного поля при побудові моделей міжзоряного середовища,
- основи моделей акреції речовини на чорні діри різної маси і їх роль в інтерпретації спостережень ядер активних галактик та систем типу Лебідь X-1,
- рівняння МГД з випромінюванням,
- спостережувані дані по астрофізичних об'єктах, у інтерпретації яких підходи МГД відіграють ключову роль,

### **вміти:**

- виводити базові рівняння МГД,
- виводити рівняння МГД в рамках СТВ,
- використовувати умову магнетогідростатичної рівноваги у відповідних задачах МГД,
- описувати еволюцію магнетного поля «вмороженого» у плазму,
- будувати моделі стаціонарних простих потоків у МГД,
- будувати моделі вітрів та джетів у рамках ідеальної МГД,
- будувати моделі асимптотичних задач ідеальної МГД,
- лінеаризувати рівняння динаміки у МГД у випадку малих рухів,
- оперувати рівняннями стійкої МГД,
- застосовувати умови МГД нестійкостей у астрофізичних задачах,
- оперувати базовими рівняннями для опису стаціонарних потоків у рамках ЗТВ,
- переходити від рівняння Ейлера до рівняння Града–Шафранова,
- будувати МГД моделі різноманітних астрофізичних об'єктів (від зір, що обертаються до ядер активних галактик).

## ***Квантові комп'ютери: сучасний стан і перспективи (доц. М. Стецко)***

Курс розроблено таким чином, щоб ознайомити студентів із сучасним станом квантових комп'ютерів, основою їх роботи і їхньою архітектурою.

**Метою і завданням** навчальної дисципліни «Квантові комп'ютери: сучасний стан і перспективи» є ознайомлення студентів із фізичними основами роботи сучасних квантових комп'ютерів, які працюють на ефекті Джозефсона. Також ознайомити студентів із архітектурою квантових комп'ютерів, які реалізуються на ядерних і електронних спінах атомів.

У результаті вивчення цього курсу студент буде

**знати:** особливості роботи квантових комп'ютерів, квантові алгоритми та можливості їх використання

**вміти:** реалізовувати квантові алгоритми на квантових комп'ютерах та симуляторах

Для вивчення курсу студенти потребують ґрунтовних знань із дисциплін загальної фізики та вищої математики. Насамперед з квантової механіки, фундаментальних проблем квантової механіки, математичного аналізу, лінійної алгебри, диференціальних рівнянь