

# ОСНОВНІ СПЕЦІАЛЬНІ КУРСИ КАФЕДРИ ФІЗИКИ ТВЕРДОГО ТІЛА

## Програма бакалавра

### 1. Фізика реальних кристалів

Міжатомна взаємодія у твердих тілах. Класифікація твердих тіл за типом хімічного зв'язку. Дефекти кристалічної структури в реальних кристалах. Залежність механічних властивостей кристалів від типу зв'язку та дефектів.

### 2. Фізичні властивості металів і сплавів

Проблеми, пов'язані з пружними та пластичними властивостями металів і сплавів, впливом дефектів структури на їхні механічні властивості. Електричні, теплові та магнітні властивості металів і сплавів.

### 3. Фазові перетворення в твердих тілах

Загальні відомості про фазові перетворення у твердих тілах. Питання, пов'язані з рівновагою фаз і фазовими перетвореннями першого та другого родів, кінетикою кристалізації, поліморфними перетвореннями та їхньою роллю в формуванні фізичних властивостей матеріалів.

### 4. Фізичне матеріалознавство

Основи кристалохімії, характеристика та класифікація конденсованих систем. Термодинаміка фазових перетворень, кристалізація рідкої фази, фазові переходи у двохкомпонентних системах, потрійні системи. Класифікація й аналіз діаграм фазової рівноваги, методи побудови діаграм рівноваги, термічна обробка металів і сплавів, способи одержання монокристалів, основи металографічних досліджень. Тверді розчини, механізми їхнього утворення і розпаду; відомості з фізики спікання.

### 5. Фізика рентгенівських променів

Питання теорії розсіювання рентгенівських променів кристалами; вплив на інтенсивність і геометрію розсіювання теплових коливань атомів ґратки; розсіювання твердими розчинами (утворення далекого та ближнього порядків); зміна розмірів блоків мозаїки та утворення дефектів упаковки, а також методи аналізу структури кристалів за рентгенограмами.

### 6. Рентгенографія кристалів

Дифракційні методи дослідження атомної структури кристалічних тіл. Основна увага надається рентгенівським дифракційним методам, особливостям формування дифракційної картини за різними методами та практичним методикам одержання відомостей про структуру матеріалу.

### 7. Фізика біоматеріалів

Основні фізичні процеси при кристалізації (із водних розчинів і внаслідок твердофазних реакцій), формуванні, термообробці та спіканні нано- та

дрібнокристалічних речовин на основі фосфатів кальцію (переважно – гідроксилапатиту, ГА), які за характеристиками близькі до основного мінерального компоненту кісткової тканини хребетних. Методи одержання монокристалічних “вусів” ГА та способи й механізми зміцнення керамічних кальцій-фосфатних матеріалів за їхнього армування. Хімічний склад, структура, морфологія та дефектний стан і фізичні властивості функціональних матеріалів на їхній основі. Домішковий стан фосфатів кальцію речовин і можливість створення нових біоактивних матеріалів методом іонних заміщень.

## **8. Мікроскопія та спектроскопія твердих тіл**

Методи дослідження структури, морфології та хімічного складу твердих тіл: електронна мікроскопія (методи реплік і просвічування плівок); автоелектронна та автоіонна мікроскопії; оже-електронна спектроскопія; мас-спектрометрія; вторинна іонна мас-спектрометрія; інфрачервона спектроскопія; рентгеноспектральний аналіз; термогравіметрія та диференціальний термічний аналіз; спеціальні методи рентгеноструктурного аналізу; дифракція швидких і повільних електронів (електронографія). Для кожного методу розглядаються його фізичні основи, принципова схема та параметри апаратури. Характеризуються основні напрями та результати застосування методів у дослідженні твердих тіл.

## **9. Дифузійні та механічні властивості металів і сплавів**

Класифікація явищ дифузії. Закони дифузії. Рішення другого рівняння дифузії. Експериментальні методи визначення коефіцієнтів дифузії. Атомні механізми само- та гетеродифузії. Закономірності дифузії в сплавах. Шляхи прискореної дифузії.

Механічні властивості: види деформацій і напружень. Пружна та пластична деформації, механізми та закономірності розвитку деформації у моно- та полікристалах. Руйнування та його види. Жароміцність. Повзучість, види повзучості. Механічні характеристики, які визначаються за випробування на розтягування та повзучість. Тривала міцність, втома, природа втомного руйнування.

## **10. Кристалографія та основи кристалохімії**

Основи геометричної кристалографії та кристалохімії: симетрія у наближенні континууму та дисконтинууму, аналітичний опис геометричних елементів кристалу, класифікація кристалів, тепловий рух і симетрія.

### **Програма магістра**

#### **1. Фізика твердого тіла**

Основні питання структурної кристалографії та методи визначення атомної структури твердих тіл; теорія міжатомного зв'язку та властивості кристалів із різним типом хімічного зв'язку; коливання атомів кристалічної ґратки та теплові властивості твердих тіл; класична, квантова та зонна електронна теорії металів. Сучасні уявлення про зв'язок дефектів кристалічної будови з фізичними властивостями реальних кристалів і можливості управління фізичними властивостями твердих тіл.

#### **2. Проблеми сучасного матеріалознавства**

Результати сучасних досліджень дефектної структури та механізмів пластичної деформації твердих тіл на різних структурних рівнях; зокрема - результати експериментального дослідження і комп'ютерного моделювання структури та фізичних властивостей меж зерен.

### **3. Нові методи дослідження у фізиці твердого тіла**

Тунельна та автоіонна мікроскопія, синхротронне випромінювання, нейтронографія та нейтронна спектроскопія, ядерний  $\gamma$ -резонанс (ефект Месбауера), сучасні методи спектроскопії і мікроскопії, мікроконтактна спектроскопія, акустична спектроскопія.

### **4. Фізика надпластичності**

Сучасні уявлення про ефекти структурної надпластичності та надпластичності за особливих умов; характеристики структурного стану та механізми деформації металів і сплавів за умов надпластичності; теорії ефекту. Аспекти та проблеми надпластичності, що є найбільш актуальними з наукового та прикладного поглядів.

### **5. Функціональні властивості біоматеріалознавства**

Структура та властивості твердих тканин; класифікація і функціональні властивості біоматеріалів; вимоги до біоматеріалів, які застосовуються в медицині; можливості застосування кераміки на основі гідроксилапату та інших кальцій-фосфатних біоактивних матеріалів для пластики кісткових порожнин; методи дослідження та атестації біоматеріалів; сучасні досягнення та майбутні тенденції в галузі імплантів для заміщення твердих тканин.

### **6. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів**

Основні поняття комп'ютерного моделювання, числові моделі фізичних процесів, числовий експеримент, символні моделі фізичних процесів.

### **Фохово-орієнтований курс (для студентів 3-го курсу фізичного факультету)**

#### **Основи структурної кристалографії**

Структурні аспекти кристалографії в об'ємі, необхідному для вивчення структурного аналізу. Відомості з макроскопічної та мікроскопічної кристалографії, ключові питання структурної кристалохімії та будова основних розповсюджених і деяких функціональних кристалів.