



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Кристалографія

### Шифр та назва спеціальності

105 – Прикладна фізика та наноматеріали

### Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

### Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для енергетики, медицини, радіоелектроніки та телекомунікацій

### Кафедра

Фізики металів та напівпровідників (165)

### Рівень освіти

бакалавр

### Тип дисципліни

Профільна підготовка

### Семестр

4

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Малихін Сергій Володимирович

[Seryii.Malykhin@khp.edu.ua](mailto:Seryii.Malykhin@khp.edu.ua)

Доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики металів та напівпровідників НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 40 років.

Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін: «Фізика та хімія фазових перетворень», «Фізика конденсованого стану», «Методи структурного аналізу», "Кристалографія"

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

В рамках курсу викладаються основні поняття геометричної кристалографії, кристалохімії, кристалофізики та відомості про реальну структуру кристалів та квазікристалів. Курс є базовим для прикладної фізики та матеріалознавства. Він спрямований на отримання знань про основні способи опису структурного стану кристалів та їх реальної структури. Курс призначений для студентів фізичних, інженерно – технічних і матеріалознавчих спеціальностей вищих навчальних закладів..

### Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення даного предмету та засвоєння матеріалу полягає в отриманні студентами в кінцевому результаті потрібних знань та навичок щодо основних понять геометричної кристалографії, кристалохімії, кристалофізики та відомостей про реальний зв'язок між внутрішньою структурою та властивостями кристалів. Студенти отримують знання про основні поняття геометричної кристалографії, про типи твердих тіл та кристалічний стан, просторові решітки та елементарну комірку, форми опису симетрії кристалів, поняття про кристалографічні проєкції, вивчають кристалографічну символіку та поняття зворотних ґраток, основні кристалографічні співвідношення, елементи кристалохімії, дефекти в кристалах та вступ в

характеристику структури ікосаедричних квазікристалів. Отримані при вивченні дисципліни знання та уміння підпадають до галузі природничих наук та слугуватимуть вирішенню практичних задач прикладної фізики та для належної підготовки спеціалістів до майбутньої діяльності.

### **Формат занять**

Лекції, практичні заняття, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

### **Компетентності**

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

СК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

СК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

### **Результати навчання**

Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

Р03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

Р06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

Р12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 180 год.: лекції – 48 год., практичні заняття - 32 год., самостійна робота- 100 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

"Фізика", "Вища математика", "Фізика та хімія фазових перетворень"

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

**Тема 1 Основні поняття геометричної кристалографії.**

Основні види твердих тіл. Кристалічний стан та його загальна характеристика. Побудова просторової решітки. Типи елементарних комірок. Поняття трансляційних груп та кристалічних ґраток Браве.

**Тема 2. Симетрія кристалів**

Елементи симетрії кристалів як континууму. Підрозділ семи кристалічних систем на категорії. Додаткові елементи симетрії дисконтинууму. Просторові групи процесу.

**Тема 3. Кристалографічні проекції**

Прямий та зворотний комплекси кристала. Як будуються сферичні, стереографічні та гномостереографічні проекції напрямків і площин? Як спроектувати напрямок із відомими координатами за допомогою сітки Болдирева й сітки Вульфа?

#### Тема 4. Кристалографічна символіка

Символи вузла, індекси точок. Індекси напрямів. Індекси площин. Четвертий індекс у гексагональній системі.

#### Тема 5. Обернені (зворотні) решітки

Визначення оберненої решітки та її необхідність. Основні формули для введення зворотної решітки. Радіус-вектор зворотної решітки та його властивості.

#### Тема 6. Кристалографічні співвідношення

Квадратичні формули. Обчислення періоду ідентичності. Визначення кута між двома напрямками. Обчислення об'єму елементарної ґратки. Поняття зони площин, рівняння зони площин.

#### Тема 7. Елементи кристалохімії кристалів

Хімічний зв'язок у кристалах. Основні поняття кристалохімії. Щільна упаковка частинок у кристалах. Міжвузля у кристалічних структурах. Типові кристалічні структури. Координаційні поліедри.

#### Тема 8. Дефекти структурного стану кристалів

Точкові дефекти. Лінійні дефекти. Площинні дефекти.

#### Тема 9. Квазікристали - принципово новий клас матеріалів

Отримання квазікристалів. Характеристика структури ікосаедричних квазікристалів. Моделювання структури ікосаедричних квазікристалів.

### Теми практичних занять

Тема 1. Робота з моделями різних просторових решіток

Тема 2. Розв'язання задач з використанням індексів для точок та напрямків.

Тема 3. Розв'язання задач з використанням кристалографічної символіки для площин

Тема 4. Розв'язання задач із використанням кристалографічної символіки для напрямків та площин у гексагональній системі.

Тема 5. Розв'язання задач з використанням формул структурної кристалографії

Тема 6. Розгляд елементів симетрії куба та інших багатогранників

Тема 7. Розгляд елементів симетрії різних кристалічних структур.

### Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

### Самостійна робота

1. Особливі питання геометричної кристалографії -20 год.
2. Теоретичні та практичні питання кристалографічних проекцій - 20 год.
3. Побудувати зворотні решітки для орторомбічної комірки, ОЦК та ГЦК решіток -20 год.
4. Кристалографічні форми, обрис та габітус кристалів -20 год.
5. Підготовка до контрольних робіт -10 год.
6. Підготовка до іспиту - 10 год.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Н.О. Словотенко, І.Т. Бакуменко Геометрична кристалографія. Ч. 1: навч. посібник для студентів ОКР «Бакалавр». – Львівський національний університет імені Івана Франка, 2015. – 96 с.
2. З. З. Зиман Основи структурної кристалографії: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008. – 212 с.
3. Л. О. Бірюкович Кристалографія, кристалохімія та мінералогія – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.
4. К.І. Узлов Кристалографія, кристалохімія та мінералогія. Частина I: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 36 с.
5. Borchardt-Ott W. Kristallographie.- Berlin: Springer, 2009.- 360 p.

6. Steurer W., Deloudi S. Crystallographie of quasicrystals.- Heidelberg: Springer, 2009.- 384 p.

### Додаткова література

1. Пчелінцев В.О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – 226 с.
2. І.М. Фодчук, О.О. Ткач Основи кристалографії: навчальний посібник. – Чернівці: ЧНУ, 2007 – 108 с.
3. Бадіян Є.Ю. Практична кристалографія: Навчальний посіб-ник. – Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2010.- 144 с.
4. Stadnik Z.M. Physical properties of quasicrystals.- Berlin: Springer, 1999.- 365 p.

### Система оцінювання

#### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

- Відвідування лекцій - 20 балів.
- Виконання завдання на самостійну роботу - 25 балів.
- Оцінка виконання контрольних робіт - 10 балів.
- Оцінка виконання розрахункових робіт - 5 балів.
- Оцінка іспиту - 40 балів.

#### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

### Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХП»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХП» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

### Погодження

Силабус погоджено

Завідувач кафедри  
Сергій МАЛИХІН

Гарант ОП  
Сергій КОЗЛОВ