



# ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ КРИСТАЛОГРАФІЇ, ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛІВ

## Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

### - Реквізити освітньої компоненти

|   |   |
|---|---|
| Рівень вищої освіти                                       | <i>Перший (бакалаврський)</i>   |
| Галузь знань  | <i>16 Хімічна та біоінженерія</i>   |
| Спеціальність   | <i>161 Хімічні технології та інженерія</i>  |
| Освітня програма  | <i>Хімічні технології неорганічних в'язучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів</i>  |
| Статус освітньої компоненти                               | <i>Вибіркова</i>  |
| Форма навчання  | <i>Змішана</i>  |
| Рік підготовки, семестр                                   | <i>3 курс, осінній семестр</i>  |
| Обсяг освітньої компоненти                                | <i>4 кредити</i>  |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи                   | <i>Залік</i>  |
| Розклад занять  | <i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), лабораторні заняття 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на <a href="http://rozklad.kpi.ua">rozklad.kpi.ua</a></i>   |
| Мова викладання   | <i>Українська</i>   |
| Інформація про керівника освітньої компоненти/ викладачів | Лектор:<br><i>старший викладач Нудченко Людмила Андріївна, <a href="mailto:noodchenko@gmail.com">noodchenko@gmail.com</a></i><br>Лабораторні заняття:<br><i>старший викладач Нудченко Людмила Андріївна, <a href="mailto:noodchenko@gmail.com">noodchenko@gmail.com</a></i> |
| Розміщення освітньої компоненти                           | <i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>  |

### Програма освітньої компоненти

#### 1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Для виробництва неорганічних і органічних зв'язуючих та композиційних матеріалів необхідно знання складу і властивостей мінеральної сировини. Тому, дана ОК дає основні відомості по кристалографії і мінералогії, вчить орієнтуватися в питаннях якості і запасів сировини. Всебічне вивчення хіміко-мінералогічного складу, структури, умов утворення мінералів, гірських порід допомагає визначити найбільш раціональні методи переробки сировини, що в свою чергу відбивається на якості одержуваних продуктів. Матеріал цієї дисципліни є одним з найважливіших складників для бакалавра з хімічних технологій та

**Предмет освітньої компоненти:** симетрія кристалів та їх класифікація, внутрішня структура кристалів, основні структурні типи кристалічних речовин, дефекти кристалічної решітки, мінеральна сировина, її структура і умови утворення.

**Метою освітньої компоненти** є формування у студентів здатностей:

- знання мінеральної сировини, її структури, якостей, умов утворення;
- здатність формулювати і вирішувати задачу використання основної технологічної сировини, яка використовується в технології неметалевих, силікатних матеріалів та композиційних матеріалів;
- здатність використовувати професійно профільовані знання при аналізі техніко-економічних переваг або недоліків застосування даної сировини;
- здатність прогнозувати вплив хімічного та мінералогічного складу сировинних компонентів на основні експлуатаційні властивості матеріалів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- мінерального складу сировини;
- характеристики сировинної бази силікатної галузі;
- фізико-хімічних процесів, при яких утворювались мінерали та гірські породи;

**уміння:**

- аналізувати техніко-економічні переваги або недоліки застосування даної сировини;
- самостійно орієнтуватися в інформації з мінералогії;
- оцінювати сировину з точки зору її технологічної придатності.

**досвід:**

- використання сировини з точки зору її технологічної придатності;
- заснування економічних посилань комплексної переробки сировини та використання конкретної мінеральної сировини.

## **2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Зазначається перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння освітньої компоненти:

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Загальна та неорганічна хімія       | Хімічний склад сировинних матеріалів. Основні поняття і закони хімії. Будова атома. Періодичний закон. Хімічний зв'язок та будова молекул. Окисно-відновні реакції. Теорія комплексних сполук.  |
| Органічна хімія                     | Теорія хімічної будови і реакційної здатності органічних сполук. Аліфатичні, аlicиклічні та ароматичні вуглеводні. Галоген-, гідроксидмісні, сульфур- та оксовмісні сполуки. Нітрогенвмісні та карбонові кислоти. Інші класи органічних сполук. |
| Фізична хімія                       | Хімічна термодинаміка. Фазові рівноваги. Розчини. Рівноважні явища. Рівновага на межі фаз. Адсорбція. Теоретичні основи кінетики хімічних реакцій.  |
| Фізична хімія силікатних матеріалів | Класифікація та властивості структур силікатів. Дефекти кристалічної решітки. Тверді розчини. Ізоморфізм. Твердофазові реакції, теорія спікання.  |
| Загальна хімічна технологія         | Загальні уявлення про технологію в'язучих речовин.  |

Дисципліни, які базуються на результатах навчання: ОК циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачена обробка та аналіз результатів експериментальних досліджень, фактичних параметрів технології виробництва композиційних матеріалів.

### **3. Зміст навчальної освітньої компоненти**

#### **Розділ 1. Основи геометричної та структурної кристалографії.**

Вступ. Мета і зміст курсу, зв'язок його з іншими дисциплінами. Історична довідка про розвиток геолого-мінералогічних наук. Внесок вітчизняних учених та їх розвиток. Основні поняття та визначення. Проблеми раціонального та комплексного використання мінеральної сировини. Питання охорони оточуючого середовища.

##### **Тема 1.1. Геометрична кристалографія.**

Основні властивості кристалічних речовин. Однорідність, анізотропія, здатність до самоогранування. Симетрія кристалів. Елементи симетрії кінцевих фігур. Категорії, сингонії, класи симетрії. Одиначні напрямки. Координатні системи в кристалографії. Індокси граней. Форми ідеальних кристалів. Поняття про просту та комбіновану форми. Поняття про міжнародні символи класів. Огранування реальних кристалів. Явище двійнинування та епітаксія в кристалах. (Самостійне вивчення).

##### **Тема 1.2 Кристалічна ґратка.**

Кристалічна ґратка та її елементи. Елементарна комірка та її параметри. 14 комірок Браве. Форми елементарних комірок в різних сингоніях. Уявлення про елементи симетрії нескінчених фігур. Просторові групи Федорова.

##### **Тема 1.3 Основи кристалохімії оксидних, силікатних та інших тугоплавких сполук.**

Основні поняття кристалохімії. Іонні та атомні радіуси. Поняття про структуру кристала. Кристалохімічні характеристики структури. Число формульних одиниць, які припадають на одну елементарну комірку. Координаційні числа атомів в структурі. Правило Фаянсу. Типи хімічного зв'язку в кристалах. Опис металів та іонних кристалів з позицій найщільніших упаковок. Типи порожнин: тетраедричні та октаедричні. Ізоморфізм і поліморфізм в кристалах. Особливості будування тугоплавких сполук (боридів, карбідів та силіцидів). Принципи систематики кристалічних структур по типу хімічного зв'язку та характеру координації.

##### **Тема 1.4 Фізика реальних кристалів.**

Дефекти кристалічної ґратки. Ідеальний і реальний кристал. Точкові дефекти в атомній структурі кристалу. Дислокації в кристалах.

##### **Тема 1.5 Фізична кристалографія**

Механічні властивості. Твердість, злам, спайність, ковкість. Питома вага. Теплові, електричні та магнітні властивості. Показники заломлення. Оптично ізотропні і анізотропні кристали. Поляризація світла кристалами. Оптичні індикатриси.

#### **Розділ 2 Мінералогія**

##### **Тема 2.1. Поняття «мінерал», «гірська порода».**

Мінеральний індивід, мінеральний вид. Гірські породи. Хімічний склад. Будова земної кори. Типи води в мінералах. Кристалохімічна класифікація мінеральних видів.

##### **Тема 2.2 Мінеральні види.**

Структурні мотиви кристалічних структур. Мінерали в колоїдному стані. Метаміктні мінерали. (Самостійне вивчення).

##### **Тема 2.3 Клас сульфідів.**

Загальна характеристика. Острівні – пірит, марказит; координаційні – галеніт, сфалерит, халькопірит; ланцюгові – антимоніт, кіновар; шаруваті – молібденіт, аурипігмент.

##### **Тема 2.4 Клас оксидів.**

Загальна характеристика. Координаційні – корунд, гематит, ільменіт, шпінелі, ланцюжкові – рутит, каситерит, піролюзит; каркасні – кварц, халцедон; гідроксиди – гетит, діаспор, гідраргіліт.

##### **Тема 2.5 Клас силікатів.**

Силікати - породоутворюючі мінерали гірських порід. Загальна характеристика (склад, структура, властивості, застосування у виробництві силікатних та тугоплавких матеріалів).

Острівні силікати - олівіни, гранати, циркон. Кільцеві силікати берил. Ланцюжкові - авгіт, діопсид, волостоніт, родоніт. Шаруваті - група слюд, тальк, мінерали глин, група серпентину. Каркасні алюмосилікати - нефелін, польові шпати, цеоліти.

##### **Тема 2.6 Класи солей.**

Карбонати: кальцит породоутворюючий мінерал вапняків, мармуру, крейди; доломіт, магнезит, група содових мінералів (сода і трона). Сульфати: гіпс ангідрит, барит. Значення у виробництві в'язучих. Сульфати натрію (мірабіліт і тенардит). Галоїди: галіт, сильвін, флюорит, карналіт, криоліт. Фосфати: апатит, фосфорит. Борати та нітрати.

### **Розділ 3 Мінеральна сировина.**

#### **Тема 3.1. Загальна характеристика мінерально-сировинної бази технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів.**

Поняття про гірські породи. Мінеральний склад, структура гірських порід. Генезис та систематика гірських порід на їх основі. Коротка характеристика головних типів порід магматичного походження. Вивержені породи: ультра основні (дуніти, піроксени та інші), основні (габбро, базальти, порфірити), середні (діорити, андезити та інші), кислі (граніти, ліпарити, кварцові порфіри), лужні (нефелінові сієніти, уртіти та інші). Жильні породи (апліти, пегматити, жильний кварц). Продукти вулканічної діяльності: пемза, туфи, обсидіани, перліти, пуцолани, їх значення у виробництві в'язучих матеріалів та в якості мінеральних домішок в силікатній промисловості. Мінеральний склад, будова, генезис осадових гірських порід. Уламкові породи: гравій галечник, піски, пісковики, алеврити (лес), алевроліти (суглинки), суглинки (каолінітові, бентонітові, вогнетривкі, тугоплавкі, легкоплавкі). Залежність технологічних властивостей глин (спікаємість, температура плавлення, адсорбція та інші) від їх мінералогічного складу. Осаджені породи хімічного походження (гіпс, ангідрит); карбонатні (вапняки, доломіти, магнезити). Осаджені породи органогенного походження. Карбонатні породи (вапняк - черепашник), кременисті породи (трепел, опоки, діатоміти). Особливості генезису метаморфічних порід. їх склад, структура, текстура. Характеристика головних видів метаморфічних порід, їх використання в силікатній промисловості. Глинисті сланці, філіти, талькові та пірофілітові сланці, смоляні кристалічні сланці, серпентиніти; використання серпентиніт-азбестових порід в цементній та керамічній промисловості.

Кадастрова систематика мінеральної сировини та відходів промисловості, що найшли використання в промисловості будівельних матеріалів.

### **Розділ 4. Кристалооптичні методи аналізу для використання природних та технічних матеріалів (Самостійне вивчення).**

Роль кристалооптичних методів аналізу в комплексному дослідженні твердих тіл. Поняття про заломлення, подвійне заломлення, поляризація та інтерференція світла. Оптична індикатриса та її орієнтація в кристалах вищої, середньої та нижчої категорій. Головні розрізи в кристалах (паралельні та перпендикулярні до оптичної осі). Види та призначення поляризаційних мікроскопів. Вимоги та виготовлення зразків. Метода кристалооптичних досліджень: дослідження без аналізатора (лінійні розміри, визначення форми зерна, кольору, плеохроїзму, спайність та інші); дослідження з аналізатором (інтерференційне забарвлення, ефект затухання і визначення на їх основі деяких оптичних характеристик кристалів). Визначення показників заломлення ізотропних та анізотропних речовин, дослідження мінерального складу та мікроструктури технічних матеріалів (види кристалічних включень в скло, динасові та шамотні вогнетриви, фарфор і фаянс, клінкер та інші).

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри хімічної технології композиційних матеріалів. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

##### **Базова:**

1. Куровець М.І. Кристалографія і мінералогія. Частина I. – Л.: Світ, 1996. – 235 с.
2. Куровець М.І. Кристалографія і мінералогія Частина II. – Л.: Світ, 1996. – 214 с.
3. Лазаренко Є.К. Курс мінералогії. Л.: Університет, 1959. – 654 с.
4. Геометрична кристалографія. Ч. 1: навч. посібник для студентів ОКР «Бакалавр» напряму 6.040103 – геологія / укл.: Н.О. Словотенко, І.Т. Бакуменко. – Львівський національний університет імені Івана Франка, 2015. – 96 с.

- Геометрична кристалографія. Ч. 3: навч. посібник для студентів ОКР «Бакалавр» напрямку 6.040103 – геологія / укл.: Н.О. Словотенко, І.Т. Бакуменко. – Львівський національний університет імені Івана Франка, 2015. – 56 с.
- Пенкаля Т. Очерки кристалохімії. – Л.: Хімія, 1974. – 495 с.

#### Додаткова

- Узлов К.І. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія. Частина І: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 36 с.
- Зиман З. З. Основи структурної кристалографії: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008. – 212 с.
- Основи кристалографії: навчальний посібник/ Укл.: І.М. Фодчук, О.О. Ткач. – Чернівці: ЧНУ, 2007 – 108 с.
- Бетехтин А.Г. Курс мінералогії. – М.: Госгеоліздат, 1961. – 539 с.
- Лазаренко Є.К. Курс мінералогії. Л.: Університет, 1959. – 654 с.
- Торопов Н.А., Булак Л.Н. Кристаллография и минералогия. – М.: Высшая школа, 1972. – 426 с.

#### Інформаційні ресурси

- Кристалографія, кристалохімія та мінералогія [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 132 Матеріалознавство / Л. О. Бірюкович ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.832 Кбайт). – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 234 с.  
[https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25313/3/Biriukovich\\_KKM.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25313/3/Biriukovich_KKM.pdf)
- Конспект лекцій з дисципліни «Кристалографія» для здобувачів освітнього ступеня бакалавра спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної форми навчання [Електронний ресурс] / [Упоряд. : С.О. Колінько., Т.І. Бутенко, Ващенко В.А.]; Мво освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2020. – 99 с.
- Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance);

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування освітньої компоненти

##### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо), моделі кристалів, кристалічні решітки та мінерали. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

| № | Дата              | Опис заняття  |
|---|-------------------|---|
| 1 | 1 тиждень 2022 р. | Розділ 1. Основи геометричної та структурної кристалографії. Тема 1.1. Геометрична кристалографія. Вступ. Кристалічний стан. Основні властивості кристалічних речовин. Симетрія кристалів. Елементи симетрії кінцевих фігур. Класифікація кристалічних форм: категорії, сингонії, класи симетрії. Одиначні напрямки. На лекції використовуються моделі кристалів. |
| 2 | 2 тиждень 2022 р. | Продовження теми 1.1: Координатні системи в кристалографії. Індеси граней. Поняття про просту та комбіновані форми. Поняття про міжнародні символи класів. На лекції використовуються моделі кристалів.   |

|    |                    |   |
|----|--------------------|---|
| 3  | 3 тиждень 2022 р.  | Тема 1.2. Кристалічна ґратка. Кристалічна ґратка та її елементи. Елементарна комірка та її параметри. 14 решіток Браве. Форми елементарних комірок та їх параметри. Елементи симетрії нескінчених фігур. На лекції використовуються моделі структури кристалів.   |
| 4  | 4 тиждень 2022 р.  | Тема 1.3. Основні поняття кристалохімії. Іонні та атомні радіуси. Координаційні числа та координаційні багатогранники атомів в структурі. Типи хімічного зв'язку. На лекції використовуються моделі кристалічних структур. Опис металів та іонних кристалів з позицій найщільніших упаковок. На лекції використовуються моделі щільних упаковок і структур кристалів.   |
| 5  | 5 тиждень 2022 р.  | Продовження теми 1.3: Поліморфізм елементів та сполук. На лекції використовуються моделі кристалічних структур поліморфних модифікацій. Ізоморфізм. Тверді розчини I та II роду.  |
| 6  | 6 тиждень 2022 р.  | Тема 1.4. Фізика реальних кристалів. Дефекти кристалічної решітки. Ідеальний і реальний кристал. Точкові дефекти в атомній структурі кристалу. Дислокації в кристалах.  |
| 7  | 7 тиждень 2022 р.  | Тема 1.5. Фізична кристалографія. Властивості кристалічних тіл. Скалярні і векторні властивості. Структурно-чутливі і структурно-нечутливі властивості. Щільність ідеальних і реальних кристалів. Температура плавлення і твердість кристалів. Піро- і п'єзоелектрика. Теплові властивості. Їх залежність від симетрії. Оптичні властивості. Оптично ізотропні і анізотропні кристали. Оптична індикатриса. Магнітні властивості кристалів. |
| 8  | 8 тиждень 2022 р.  | Розділ 2. Мінералогія.<br>Тема 2.1. Поняття "мінерал", "гірська порода". Мінерали і гірські породи, хімічний склад мінералів. Типи води в мінералах. Кристалохімічна класифікація мінеральних видів.  |
| 9  | 9 тиждень 2022 р.  | Тема 2.2. Мінеральні види. Структурні мотиви кристалічних структур. Мінерали в колоїдному стані. Метаміктні мінерали.   |
| 10 | 10 тиждень 2022 р. | Тема 2.3. Клас сульфідів. Загальна характеристика. Особливості структури, властивостей, практичне значення мінералів класу сульфідів: піриту, марказиту, галеніту, халькопіриту, антимоніту, кіноварі, молібденіту, аурипігменту.   |
| 11 | 11 тиждень 2022 р. | Тема 2.4. Клас оксидів. Загальна характеристика. Особливості структури, властивостей, практичне значення мінералів підкласу координаційної та ланцюжкової структури.  |
| 12 | 12 тиждень 2022 р. | Продовження теми 2.4: Особливості структури, властивостей, практичне значення каркасних оксидів, гідроксидів та мінералів підкласу аморфної структури.  |
| 13 | 13 тиждень 2022 р. | Тема 2.5. Клас силікатів. Загальна характеристики силікатів. Етапи розвитку науки про силікати. Класифікація силікатів. Силікати з ізольованими кремнекисневими тетраедрами. Силікат з неперервними ланцюгами тетраедрів в кристалічних структурах (ланцюжкові та стрічкові).   |
| 14 | 14 тиждень 2022 р. | Продовження теми 2.5: Особливості структури, властивості і практичне значення силікатів з безперервними шарами чи листами кремнекисневих тетраедрів: тальк, пірофіліт, групи слюд і глин, серпентин; властивості і практичне значення каркасних силікатів.<br>Властивості і практичне значення каркасних силікатів.   |

|    |                    |   |
|----|--------------------|---|
| 15 | 15 тиждень 2022 р. | Тема 2.6. Класи солей. Особливості структури, властивості і практичне значення карбонатів, фосфатів та боратів. Властивості і практичне значення сульфатів, галоїдів та нітратів.   |
| 16 | 16 тиждень 2022 р. | Розділ 3. Мінеральна сировина.<br>Тема 3.1. Загальна характеристика мінерально-сировинної бази технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів. Генезис і систематика гірських порід. Магматичні гірські породи. Коротка характеристика головних типів порід магматичного походження. Вивержені породи: ультраосновні (дуніти, піроксени та інші), основні (габро, базальти, діабазити), середні (діорити, андезити, порфірити та інші), кислі (граніти, ліпарити, кварцові порфіри), лужні (нефелінові сієніти та інші).   |
| 17 | 17 тиждень 2022 р. | Продовження теми 3.1: Осадкові гірські породи. Мінеральний склад, будова, генезис. Уламкові породи: гравій, галечник, піски, алеврити, глинисті породи, хімічні та органічні породи (мінеральні солі, вапняки, доломіти, мергелі). Кремнисті породи (діатоміти, трепели, опоки). Фосфатні породи. Вуглецеві породи. Метаморфічні породи. Особливості генезису метаморфічних порід. Їх склад, структура. Характеристика головних видів метаморфічних порід, їх використання в силікатній промисловості. Гнейси. Глинисті, талькові, слюдяні сланці. Мармури, кварцити, серпентини, грейзени. |
| 18 | 18 тиждень 2022 р. | Продовження теми 3.1: Осадкові гірські породи. Метаморфічні породи. Особливості генезису метаморфічних порід. Їх склад, структура. Характеристика головних видів метаморфічних порід, їх використання в силікатній промисловості. Гнейси. Глинисті, талькові, слюдяні сланці. Мармури, кварцити, серпентини, грейзени.  |

### Лабораторні заняття

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення ОК «Кристалографія і мінералогія» та набуття студентами умінь та досвіду їх практичного застосування під керівництвом викладача шляхом виконання відповідно сформульованих завдань. Виходячи з розподілу часу на вивчення дисципліни, рекомендується 18 лабораторних занять (з врахуванням часу на виконання контрольних робіт). Разом з лекційним матеріалом вони складають єдину систему, доповнюють і розширюють теоретичні відомості з дисципліни.

| Тиждень | Тема                                    | Опис запланованої роботи  | Години |
|---------|---|---|--------|
| 1       | Визначення елементів симетрії кристалів | Уважно оглянути отриману модель; визначити наявність і порядок осей симетрії, обертаючи модель навколо уявної осі. Якщо осей багато, точки їх виходу відзначити крейдою. Визначити число площин симетрії, позначивши їх крейдою на моделі. Покласти модель на стіл і визначити наявність центра симетрії. Записати формулу симетрії в лабораторний журнал.<br>Захист роботи | 2      |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 2  | Визначення сингоній і класу симетрії                               | Визначити елементи і формулу симетрії; число одиничних напрямків. Визначити категорію; сингонію та назву класу симетрії.<br>Захист роботи  | 2 |
| 3  | Вибір кристалографічних осей і установка кристалів. Символи граней | Визначити елементи і формулу симетрії; визначити сингонію і клас симетрії; відповідно до правил даної сингонії вибрати кристалографічну систему координат; визначити число однотипних граней; для кожного сорту граней визначити їхні символи, записавши їх у стовпчик.<br>Захист роботи   | 2 |
| 4  | Прості форми і комбінації в кристалах нижчих сингоній              | Визначити елементи і формулу симетрії; визначити сингонію і клас; визначити число сортів граней; знайти прості форми.<br>Захист роботи   | 2 |
| 5  | Прості форми кубічної сингонії                                     | Визначити формулу симетрії; сингонію і клас симетрії; число граней однакового сорту; координатні осі (установка кристала) і символи граней одного сорту; визначити прості форми<br>Захист роботи   | 2 |
| 6  | Модульна контрольна робота 1                                       |  | 2 |
| 7  | Символи класів симетрії по міжнародній класифікації                | Визначити формулу симетрії моделі; встановити кристал відповідно правилам вибору кристалографічних осей; написати формулу симетрії відповідно правилам міжнародної символіки; вивести відповідно до теорем породжені елементи симетрії.<br>Захист роботи   | 2 |
| 8  | Елементи симетрії кристалічних структур                            | У кристалічній ґратці типу алмаза і типу NaCl знайти площини ковзаючого відображення. Намалювати гвинтові осі 3-го, 4-го і 6-го порядків.<br>Захист роботи   | 2 |
| 9  | Повний опис кристалічних структур                                  | Для структур: NaCl, Mg, TiO <sub>2</sub> , Cu:<br>1/ визначити сингонію і тип комірки Браве;<br>2/ встановити координаційні числа атомів, що складають ґратки;<br>3/ встановити, чи є структура щільною упаковкою;<br>4/ дати координати атомів;<br>5/ підрахувати кількість атомів, що приходяться на елементарну комірку, і визначити число формульних одиниць.<br>Дати малюнок структури. | 2 |
| 10 |  | Для структур: α-W; CsCl; Mg(OH) <sub>2</sub> , CaF <sub>2</sub> :  |   |

|    |                             |  |   |
|----|-----------------------------|--|---|
|    |                             | 1/ визначити сингонію і тип комірки Браве;<br>2/ встановити координаційні числа атомів, що складають ґратки;<br>3/ встановити, чи є структура щільною упаковкою;<br>4/ дати координати атомів;<br>5/ підрахувати кількість атомів, що приходяться на елементарну комірку, і визначити число формульних одиниць.<br>Дати малюнок структури. |   |
| 11 |                             | Захист роботи  | 2 |
| 12 | Клас сульфідів              | Визначення сульфідів за зовнішнім виглядом і фізичними властивостями<br>Розділити сульфіди за забарвленням: свинцево і стально-сірі, кольорові. З металічним блиском, з алмазним блиском.<br>Виділити групу пірит - халькопірит.<br>Визначити твердість мінералів. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.<br>Захист роботи       | 2 |
| 13 | Клас оксидів та гідроксидів | Визначення оксидів за зовнішнім виглядом і фізичними властивостями.<br>Розділити мінерали за твердістю: які не залишають подряпин на склі та які залишають подряпини на склі. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.<br>Захист роботи  | 2 |
| 14 | Клас силікатів              | Вивчення ортосилікатів, діортосилікатів, кільцевих, ланцюжкових і стрічкових силікатів. Визначення силікатів за зовнішнім виглядом і фізичними властивостями. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.<br>Захист роботи  | 2 |
| 15 |                             | Вивчення шаруватих і каркасних мінералів. Визначення силікатів за зовнішнім виглядом і фізичними властивостями. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.<br>Захист роботи  | 2 |
| 16 | Класи солей                 | Карбонати, фосфати, сульфати, галоїди.<br>Визначення мінералів за зовнішніми ознаками. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.<br>Захист роботи   | 2 |
| 17 | Захист розрахункової роботи |  | 2 |
| 18 | Підсумкове заняття          | До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали протягом семестру. Студенти, які були не допущеними до семестрової атестації з кредитного модуля, мають усунути причини, що призвели до цього.  | 2 |

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних занять, оформлення звітів, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульної контрольної роботи та заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

| Вид СРС  | Кількість годин на підготовку |
|--|-------------------------------|
| Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, оформлення протоколів з лабораторних робіт та підготовка до їх захисту | 2 - 3 години на тиждень       |
| Розділ 1. Тема 1.1. Огранування реальних кристалів. Явище двійниунання та епітаксія в кристалах.   | 6 годин                       |
| Розділ 2. Тема 2.2. Метаміктні мінерали.   | 6 годин                       |
| Розділ 4. Кристалооптичні методи аналізу для використання природних та технічних матеріалів  | 10 годин                      |
| Підготовка до МКР (повторення матеріалу)   | 4 години                      |
| Виконання розрахункової роботи   | 10 годин                      |
| Підготовка до заліку   | 10 годин                      |

## Політика та контроль

### 7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні роботи – у лабораторіях навчального корпусу. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та лабораторних робіт є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms тощо). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

#### Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали роботу та оформили протокол.
2. На захист виносяться питання, що стосуються теоретичних засад та особливостей методики виконання даної роботи.
3. Виконання роботи та її захист оцінюється згідно РСО та виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання лабораторної роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. Відсутність на модульній контрольній роботі без поважної причини штрафуються 1 балом;
4. За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 5 балів).
5. За активну роботу на лекції та лабораторному занятті нараховується до 1 заохочувального балу (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: виконання та захист лабораторних робіт, МКР та РГР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання лабораторних робіт (14 робіт);
- написання модульної контрольної роботи, що складається з двох частин;
- виконання РГР.

#### **2. Критерії нарахування балів.**

##### **2.1. Виконання лабораторних робіт**

Лабораторні роботи ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на усіх лабораторних заняттях дорівнює:  $4 \text{ бали} \times 14 = 56 \text{ бали}$ , отже загальна кількість балів складає 56 балів.

- бездоганна робота – 4 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3-1 бали;
- робота не виконана або не захищена – 0 балів.

##### **2.2. Модульна контрольна робота (МКР)**

Ваговий бал – 15. Модульна контрольна робота складається з двох частин: теоретичної та практичної. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює:  $15 \text{ балів} \times 2 = 30 \text{ балів}$ .

#### **Критерії оцінювання МКР:**

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд, при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних і фахових знань – 15 – 12 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 11 – 7 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 6 – 3 бали;
- «незадовільно» списування (плагіат) під час контрольної або відмова від виконання контрольної роботи – 0 балів.

##### **2.3 Розрахунково- графічна робота (РГР)**

Ваговий бал за виконання 14 балів.

#### **Критерії оцінювання РГР:**

- «відмінно» – творчий підхід до розкриття проблеми – 14-11 балів;

- «добре» – глибоке розкриття проблеми, відображена власна позиція – 10-7 бали;
- «задовільно» – обґрунтоване розкриття проблеми з певними недоліками – 6-3 бали;
- «незадовільно» – завдання не виконане, ДКР не зараховано – 0 балів.

3. Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 24 балів та виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) за умови написання МКР. Умовою позитивної другої атестації – отримання не менше 48 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) за умови зарахування розрахунково-графічної роботи.

#### **Розрахунок шкали (R) рейтингу:**

Рейтингова оцінка ( $RD$ ) з кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді заліку, формується як сума балів поточної успішності навчання

$$R_C = r_{лб} + r_{мкр} + r_{дкр} :$$

$$R_C = 56+30+14=100 \text{ балів}$$

**Розмір шкали рейтингу RD = 100**

4. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови захисту всіх лабораторних робіт, МКР та РГР переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п.5). Якщо сума балів менша за 60, але захищені всі лабораторні роботи, виконані МКР та РГР студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі підсумкова оцінка є сумою балів за залікову контрольну роботу та балів набраних протягом семестру за МКР та РГР ця сума переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею п. 5.

Залікова контрольна робота оцінюється із 56 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з чотирьох теоретичних запитань.

Кожне запитання оцінюється в 14 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 14 - 11 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 10...7 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 6...3 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

5. Здобувач ВО, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі всі бали набрані протягом семестру анулюються, остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі та за МКР і РГР.

6. Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею

| 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  |

## **9. Додаткова інформація з освітньої компоненти**

Вимоги до оформлення звіту з лабораторних робіт, перелік запитань до МКР, РГР наведені у Google Classroom «Основні поняття геометричної кристалографії, хімічний склад та використання мінералів» (платформа Sikorsky-distance).

### **Робочу програму освітньої компоненти (силабус):**

**Складено** старшим викладачем Нудченко Людмилою Андріївною

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23 червня 2022 р.)

**Ухвалено** кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів(протокол № 14 від 27.06.22)