



КРИСТАЛОГРАФІЯ І МІНЕРАЛОГІЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

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 і органічних зв'язуючих та композиційних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>7 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен письмовий</i>
Розклад занять	<i>Лекція 6 годин на 2 тижня (1 тиждень - 2 години (1 пара), 2 тиждень – 4 години (2 пари)), лабораторні заняття 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: старший викладач Нудченко Людмила Андріївна, noodchenko@gmail.com Лабораторні: старший викладач Нудченко Людмила Андріївна, noodchenko@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Для виробництва неорганічних і органічних зв'язуючих та композиційних матеріалів необхідно знання складу і властивостей мінеральної сировини. Тому, дисципліна 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.

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

Метою дисципліни 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 та силікатних 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 дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Загальна та неорганічна хімія	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, аліциклічні та ароматичні вуглеводні. Галоген-, гідроксидні, 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 тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів	Класифікація та властивості структур силікатів. Дефекти кристалічної решітки. Тверді розчини. Ізоморфізм. Твердофазові реакції, теорія спікання
Основи технології тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів	Низько-температурні гіпсові в'язучі. Високо-температурні гіпсові в'язучі. Процеси твердіння гіпсових в'язучих. Будівельне вапно. Гідралічне вапно. Романцемент. Портландцемент. Глиноземний цемент

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Основи геометричної та структурної кристалографії.

Вступ. Зміст, задачі та основні розділи курсу. Зв'язок курсу з іншими дисциплінами хіміко-технологічного профілю. Значення курсу в системі підготовки інженерів хіміків технологів. Історична справка 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 самогранування. Симетрія кристалів. Елементи симетрії кінцевих фігур. Категорії, сингонії, класи. Одиначні напрямки. Координатні системи в кристалографії. Індокси граней. Форми ідеальних кристалів. Поняття про просту та комбіновану форми. Поняття про міжнародні символи класів. Обгранування реальних кристалів. Явище двійниунування та епітаксія в кристалах. (Самостійне вивчення).

Тема 1.2 Кристалічна гратка.

Кристалічна гратка 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 найцільніших 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 гратки. Ідеальний і реальний кристал. Точкові дефекти в атомній структурі кристалу. Дислокації в кристалах.

Тема 1.5 Фізична кристалографія

Механічні властивості. Твердість, злом, спайність, ковкість мінералів. 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. Будова Землі. Земна кора. 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 Генезис мінералів

Ендогенні процеси: магма, магматичний процес мінералоутворення, постмагматичні процеси мінералоутворення; екзогенні пронеси; фізичне і хімічне вивітрювання, біологічні процеси, осадконакопичення. Метаморфічні процеси: гідротермальний, контактний та регіональний метаморфізм.

Тема 2.4 Морфологія мінералів (Самостійне вивчення).

Тема 2.5 Клас самородних елементів (Самостійне вивчення).

Загальна характеристика. Сірка, алмаз, графіт та інші; мідь, золото, срібло та інші.

Тема 2.6 Клас сульфідів.

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

Тема 2.7 Клас оксидів.

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

Тема 2.8 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 глини, група серпентину. Каркасні алюмосилікати - нефелін, польові шпати, цеоліти.

Тема 2.9 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, кріоліт. 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 (каоолінові, бентонітові, вогнетривкі, тугоплавкі, легкоплавкі). Залежність технологічних властивостей глини (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. Шафрановский И.И., Алявдин В.Ф. Краткий курс кристаллографии. – М.: Высшая школа, 1984. – 120 с.
2. Попов Г.М., Шафрановский И.И. Кристаллография. – М.: Высшая школа, 1972. – 351 с.
3. Шаскольская М.П. Кристаллография. – М.: Высшая школа, 1984. – 392 с.
4. Бондарев В.П. Основы минералогии и кристаллографии с элементами петрограмм. – М.: Высшая школа, 1986. – 287 с.
5. Торопов Н.А., Булак Л.Н. Кристаллография и минералогия. – М.: Высшая школа, 1972. – 426 с.

Додаткова:

6. Куровець М.І. Кристалографія і мінералогія. Частина I. – Л.: Світ, 1996. – 235 с.
7. Куровець М.І. Кристалографія і мінералогія Частина II. – Л.: Світ, 1996. – 214 с.
8. Пенкаля Т. Очерки кристалохімії. – Л.: Хімія, 1974. – 495 с.
9. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. – М.: Госгеоліздат, 1961. – 539 с.
10. Лазаренко Є.К. Курс мінералогії. Л.: Університет, 1959. – 654 с.
11. Гумилевский С.А., Киршон В.М., Луговской Г.П. Кристаллография и минералогия. – М.: Высшая школа, 1972. – 277 с.

Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код доступу - за запрошенням викладача.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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 - 6 вересня 2020 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	7 – 13 вересня 2020 р.	Продовження теми 1.1: Координатні системи в кристалографії. Індокси граней. Поняття про просту та комбіновані форми. Поняття про міжнародні символи класів. На лекції використовуються моделі кристалів.
3	7 – 13 вересня 2020 р.	Тема 1.2. Кристалічна гратка. Кристалічна гратка та її елементи. Елементарна комірка та її параметри. 14 решіток Браве. Форми елементарних комірок та їх параметри. На лекції використовуються моделі структури кристалів.
4	14 - 20 вересня 2020 р.	Продовження теми 1.2: Елементи симетрії нескінчених фігур. На лекції використовуються моделі кристалів та їх структур.
5	21 - 27 вересня 2020 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.

6	21 - 27 вересня 2020 р.	Продовження теми 1.3: Опис металів та іонних кристалів з позицій найщільніших упаковок. На лекції використовуються моделі щільних упаковок і структур кристалів.
7	28 вересня - 4 жовтня 2020 р.	Продовження теми 1.3: Поліморфізм елементів та сполук. На лекції використовуються моделі кристалічних структур поліморфних модифікацій. Ізоморфізм. Тверді розчини I та II роду.
8	5 - 11 жовтня 2020 р.	Тема 1.4. Фізика реальних кристалів. Дефекти кристалічної решітки. Ідеальний і реальний кристал. Точкові дефекти в атомній структурі кристалу. Дислокації в кристалах.
9	5 - 11 жовтня 2020 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.
10	12 - 18 жовтня 2020 р.	Продовження теми 1.5: Теплові властивості. Їх залежність від симетрії. Оптичні властивості. Оптично ізотропні і анізотропні кристали. Оптична індикатриса. Магнітні властивості кристалів.
11	19 – 25 жовтня 2020 р.	Розділ 2. Мінералогія. Тема 2.1. Поняття “мінерал”, “гірська порода”. Мінерали і гірські породи, хімічний склад мінералів. Типи води в мінералах. Кристалохімічна класифікація мінеральних видів.
12	19 – 25 жовтня 2020 р.	Тема 2.2. Мінеральні види. Структурні мотиви кристалічних структур. Мінерали в колоїдному стані. Мегамікtnі мінерали.
13	26 жовтня – 1 листопада 2020 р.	Тема 2.3. Генезис мінералів. Геологічні процеси утворення мінералів. Ендогенні процеси мінералоутворення: магматичні та постмагматичні процеси.
14	2 - 8 листопада 2020 р.	Продовження теми 2.3: Геологічні процеси утворення мінералів. Екзогенні процеси мінералоутворення: фізичне, хімічне та біохімічне вивітрювання.
15	2 - 8 листопада 2020 р.	Продовження теми 2.3: Геологічні процеси утворення мінералів. Метаморфічні процеси мінералоутворення.
16	9 - 15 листопада 2020 р.	Тема 2.6. Клас сульфідів. Загальна характеристика. Особливості структури, властивостей, практичне значення мінералів класу сульфідів: піриту, марказиту, галеніту, халькопіриту, антимоніту, кіноварі, молібденіту, аурипігменту.
17	16 - 22 листопада 2020 р.	Тема 2.7 . Клас оксидів. Загальна характеристика. Особливості структури, властивостей, практичне значення мінералів підкласу координаційної та ланцюжкової структури.
18	16 - 22 листопада 2020 р.	Продовження теми 2.7: Особливості структури, властивостей, практичне значення каркасних оксидів, гідроксидів та мінералу підкласу аморфної структури.
19	23 - 29 листопада 2020 р.	Тема 2.8. Клас силікатів. Загальна характеристики силікатів. Етапи розвитку науки про силікати. Класифікація силікатів. Силікати з ізольованими кремнекисневими тетраедрами.
20	30 листопада – 6 грудня 2020 р.	Продовження теми 2.8: Особливості структури, властивостей і практичне значення силікатів з неперервними ланцюгами тетраедрів в кристалічних структурах (ланцюжкові та стрічкові).
21	30 листопада – 6 грудня 2020 р.	Продовження теми 2.8: 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.

22	7 – 13 грудня 2020 р.	Продовження теми 2.8: Особливості структури, властивості і практичне значення каркасних силікатів.
23	14 – 20 грудня 2020 р.	Тема 2.9. Класи солей. Особливості структури, властивості і практичне значення карбонатів, фосфатів та боратів.
24	14 – 20 грудня 2020 р.	Продовження теми 2.9: Особливості структури, властивості і практичне значення сульфатів, галоїдів та нітратів.
25	21 - 27 грудня 2020 р.	Розділ 3. Мінеральна сировина. 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, діабазу), середні (діорити, андезити, порфірити та інші), кислі (граніти, ліпарити, кварцові порфіри), лужні (нефелінові сієніти та інші).
26	28 грудня 2020 р. – 3 січня 2020 р.	Продовження теми 3.1: Осадкові гірські породи. Мінеральний склад, будова, генезис. Уламкові породи: гравій, глечник, піски, алеврити, глинисті породи, хімічні та органогенні породи (мінеральні солі, вапняки, доломіти, мергелі). Кременисті породи (діатоміти, трепели, опоки). Фосфатні породи. Вуглецеві породи.
27	28 грудня 2020 р. – 3 січня 2020 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, серпантини, грейзени.

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни «Кристалографія і мінералогія» і 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 та екзамену). Разом з лекційним матеріалом вони складають єдину систему, доповнюють і розширюють теоретичні відомості з дисципліни.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
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.
2	Визначення сингоній і класу симетрії	Визначити елементи і формулу симетрії; число одиничних напрямків. Визначити категорію; сингонію та назву класу симетрії.
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.

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.
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; прості форми
6	Написання модульної контрольної роботи	
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.
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.
9	Повний опис кристалічних структур	Для структур: NaCl, Mg, TiO ₂ , Si: 1/ визначити сингонію і тип комірки Браве; 2/ встановити координаційні числа атомів, що складають ґратки; 3/ встановити, чи є структура щільною упаковкою; 4/ дати координати атомів; 5/ підрахувати кількість атомів, що приходяться на елементарну комірку, і визначити число формульних одиниць. Дати малюнок структури.
10		Для структур: α-W; CsCl; Mg(OH) ₂ , CaF ₂ : 1/ визначити сингонію і тип комірки Браве; 2/ встановити координаційні числа атомів, що складають ґратки; 3/ встановити, чи є структура щільною упаковкою; 4/ дати координати атомів; 5/ підрахувати кількість атомів, що приходяться на елементарну комірку, і визначити число формульних одиниць. Дати малюнок структури.
11		Захист роботи
12	Клас сульфідів	Визначення сульфідів за зовнішнім виглядом і фізичними властивостями Розділити сульфіди за забарвленням: свинцево і стально-сірі, кольорові. З металічним блиском, з алмазним блиском. Виділити групу пірит - халькопірит. Визначити твердість мінералів. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.
13	Клас оксидів та гідроксидів	Визначення оксидів за зовнішнім виглядом і фізичними властивостями. Розділити мінерали за твердістю: які не залишають подряпин на склі та які залишають подряпини на склі. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.
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.
15		Вивчення шаруватих і каркасних мінералів. Визначення

		<i>силікатів за зовнішнім виглядом і фізичними властивостями. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.</i>
16	<i>Класи солей</i>	<i>Карбонати, фосфати, сульфати, галоїди. Визначення мінералів за зовнішніми ознаками. Дати назви мінералам за діагностичними ознаками.</i>
17	<i>Захист розрахункової роботи</i>	
18	<i>Підсумкове заняття</i>	<i>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.</i>

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу; підготовку до лабораторних занять; підготовка до захисту лабораторних робіт; підготовка до модульної контрольної роботи; виконання розрахункової роботи; самостійне вивчення розділу 2, тем 2.4 і 2.5 та розділу 4, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, оформлення протоколів з лабораторних робіт та підготовка до їх захисту.</i>	<i>2 – 3 години на тиждень</i>
<i>Розділ 2. Тема 2.4. Морфологія мінералів.</i>	<i>4 години</i>
<i>Розділ 2. Тема 2.5. Клас самородних елементів</i>	<i>4 години</i>
<i>Розділ 4. Кристалооптичні методи аналізу для використання природних та технічних матеріалів.</i>	<i>6 годин</i>
<i>Виконання розрахункової роботи</i>	<i>10 годин</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>4 години</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>30 годин</i>

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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:

- До захисту допускаються студенти, які виконали роботу та оформили протокол.*
- На захист виносяться питання, що стосуються теоретичних засад та особливостей методики виконання даної роботи.*
- Виконання роботи та її захист оцінюється згідно РСО та виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.*
- 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: експрес-опитування на лабораторних заняттях, МКР та РГР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання лабораторних робіт (16 робіт);
- написання модульної контрольної роботи, що складається з двох частин;
- виконання РГР.

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Робота на лабораторних заняттях:

Ваговий бал – **2 бали**. Максимальна кількість балів на усіх лабораторних заняттях дорівнює: 2 бали \times 16 = **32 бали**.

Критерії оцінювання

Ваговий бал – **2 бали**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

2 бали: безпомилкове виконання та оформлення аудиторного та домашнього завдання; захист роботи під час наступного заняття;

1 бал: вірне виконання роботи після навідної допомоги викладача або проведення роботи зі значущими помилками, які підлягають виправленню; захист роботи з затримкою у 2 заняття;

0 балів: відсутність на занятті без поважних причин.

2.2. Модульна контрольна робота (МКР)

Ваговий бал – **6 балів**. Модульна контрольна робота складається з двох частин: теоретичної та практичної. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює: 6 балів \times 2 = **12 балів**.

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12,0 – 8,1 балів;

- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8,0 – 4,1 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4,0 – 2,1 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.3. Виконання РГР

Ваговий бал – **4 бали** (за одну задачу). РГР складається з 4 задач, кожна з яких оцінюється в 4 бали. Максимальна кількість балів за розрахункову роботу дорівнює: 4 бали × 4 = **16 балів**.

Критерії оцінювання РГР:

Ваговий бал – **16 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 16 – 14,1 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 14,0 – 12,1 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 12,0 – 8,0 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 24 = 12$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 56 = 28$ бали і зарахована розрахункова робота.

4. На **екзамені** студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне теоретично-практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне теоретичне питання оцінюється у 13 балів, а теоретично-практичне – 14 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 13–11,7 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11,6 – 9,8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9,7– 7,8 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання теоретично-практичного запитання:

- «відмінно», повна безпомилкова відповідь – 14–12,6 балів;
- «добре», повна відповідь з несуттєвими неточностями – 12,5 – 10,3 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 10,2–8,8 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{пр} + r_{мкр} + r_{ргр} = 32 + 12 + 16 = 60 \text{ балів}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, написання МКР, виконання та захист розрахункової-графічної роботи та кількість рейтингових балів не менше 30.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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 дисципліни (освітнього компонента)

- *Вимоги до оформлення розрахункової роботи, перелік запитань до МКР та екзамену наведені у Google Classroom «Кристалографія і мінералогія» (платформа Sikorsky-distance).*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем Нудченко Людмилою Андріївною

Ухвалено кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів (протокол № 5 від 04.11.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 2 від 14.10.2020 р.)