



Хімія твердого стану

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 та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>денна / заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен усний /модульна контрольна робота, розрахункова робота.</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години один раз на тиждень (1 пара), лабораторні заняття 4 години один раз на два тижні (2 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: <i>к.х.н., доц. Пилипенко Ігор Володимирович, i.pylypenko@kpi.ua</i> Лабораторні заняття: <i>к.х.н., доц. Пилипенко Ігор Володимирович, i.pylypenko@kpi.ua</i> <i>PhD, ст. викл. Бондарєва Антоніна Ігорівна</i>
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача

Програма навчальної дисципліни

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

Знання основ кристалохімії дає змогу ефективно пов'язати знання з загальної хімії та технології виробництва різних речовин та матеріалів, а також дозволяє моделювати та створювати матеріали із заданими хімічними та фізичними властивостями. Вміння застосовувати набуті знання та навички при вивченні курсу кристалохімії є ключовим для бакалавра з хімічних технологій та інженерії і слугує додатковим підґрунтям для вивчення інших дисциплін та підготовки кваліфікаційних робіт.

Предмет дисципліни: *взаємозв'язок просторового розміщення структурних частинок (молекул, атомів, йонів) у кристалах та залежностей фізико-хімічних властивостей кристалічних речовин від їхньої структури.*

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)

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

Загальна та неорганічна хімія	Властивості простих речовин (елементів) та неорганічних сполук різного складу. Типи хімічних зв'язків. Будова атома.
Фізика	Рентгенівське випромінювання. Будова атома. Явища дифракції, інтерференції.

Дисципліни, які базуються на результатах навчання: дисципліни циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачений аналіз результатів експериментальних досліджень, підбір сировинних компонентів, опис функціональних матеріалів та пояснення їх фізико-хімічних властивостей, які пов'язані з їх кристалічною структурою.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Закони геометричної кристалографії.

Предмет кристалографії, поняття про кристал і кристалічну речовину. Закон сталості двограних кутів у кристалах. Симетрія кристалів. Форми кристалічних багатогранників. Прості форми. Закон цілих чисел і аналітичні методи опису кристалічних багатогранників.

Тема 2. Геометрична теорія структури кристалу.

Кристалічна ґратка. Основні поняття про рентгеноструктурний аналіз. Інтерпретація порошкових дифрактограм. Фазовий аналіз.

Тема 3. Основні поняття кристалохімії.

Типи хімічних зв'язків у твердих тілах. Визначення найпростіших структур за допомогою рентгенограм. Фактори, що визначають структуру кристалів. Теорія щільних шарових упаковок. Ізоморфізм і поліморфізм. Класифікація структурних типів. Залежність фізико-хімічних властивостей твердих речовин від будови кристалів. Будова реального кристалу.

Тема 4. Кристалохімія простих речовин і хімічних сполук та мінералогія.
Кристалохімічні закономірності у періодичній системі елементів Д. І. Менделєєва.
Кристалохімія неорганічних сполук. Поняття «мінерал», «гірська порода». Мінеральні види. Генезис мінералів. Класи сульфідів, оксидів та солей. Клас силікатів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри хімічної технології кераміки та скла. 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. Кристалохімія [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньої програми «Хімічні технології неорганічних в'язучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І. В. Пилипенко, Л. М. Спасьонова. – Електронні текстові данні (1 файл: 4,33 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 100 с.
2. Куровець М.І. Кристалохімія. Частина І. – Л.: Світ, 1996. – 235 с.
3. Куровець М.І. Кристалохімія Частина ІІ. – Л.: Світ, 1996. – 214 с.

Додаткова

4. Лазаренко Є.К. Курс мінералогії. Л.: Університет, 1959. – 654 с.
5. Smart L. E., Moore E. A. Solid state chemistry: an introduction. – Boca Raton.: CRC press, 2012. – 483 p.

Інформаційні ресурси

6. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (За запрошенням викладача).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з проведенням лабораторних занять та розглядом на них питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засіб для відеоконференцій (Google Meet), а необхідні матеріали до лекцій та лабораторних занять розміщені у відповідному курсі Google Classroom [6]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	1-й тиждень	Тема 1.1. Предмет кристалографії, поняття про кристал і кристалічну речовину. Предмет кристалографії. Основні властивості кристалу. Кристал і кристалічна речовина, кристалічна речовина. Поширеність кристалічної речовини. Кристалізація. виробництво монокристалів.
2	2-й тиждень	Тема 1.2. Закон сталості двограних кутів у кристалах. Симетрія кристалів. Перші роботи, присвячені вивченню зовнішньої форми кристалів. Методи вимірювання кутів кристалів Методи обчислення кристалів. Відхилення від закону сталості кутів. Поняття про симетрії. Елементи симетрії. Додавання елементів симетрії. види симетрії. Схема виведення 32 видів симетрії. Систематика видів симетрії.
3	3-й тиждень	Тема 1.3. Форми кристалічних багатогранників Поняття простої форми. Прості форми нижчих сингоній. Прості форми середніх сингоній. Прості форми кубічної сингонії. Можливі межі. Двійники і закономірні зростки.

4	4-й тиждень	Тема 1.4. Закон цілих чисел і аналітичні методи опису кристалічних багатогранників Відкриття закону цілих чисел в кристалографії. Кристалографічні символи. Математичне визначення символів межі. Установка кристалів.
5	5-й тиждень	Розділ 2. Геометрична теорія структури кристалу. Тема 2.1. Кристалічна ґратка Поняття кристалічної ґратки. Кристалічний багатогранник і решітка кристалу. Трансляція. Плоскі сітки решітки. 14 решіток Браве. Поняття про кристалохімічний аналіз. Теорія структури кристалів Е. С. Федорова. Федоровські групи симетрії.
6	6-й тиждень	Тема 2.2. Основні поняття про рентгеноструктурний аналіз Кристал як дифракційна решітка. Перші визначення атомних структур кристалів за допомогою рентгенівських променів. Методика визначення параметрів і типу ґратки. Методика визначення просторових груп симетрії. Визначення положення атомів в кристалічній решітці. Гармонійний метод рентгеноструктурного аналізу.
7	7-й тиждень	Тема 2.3. Інтерпретація порошкових дифрактограм. Фазовий аналіз. Підготовка зразків і особливості проведення аналізу. Якісний РФА. Інтерпретація дифрактограм з використанням сучасного програмного забезпечення і баз даних. Напівкількісне визначення компонентів зразка. Визначення розміру кристалітів.
8	8-й тиждень	Розділ 3. Основні поняття кристалохімії. Тема 3.1. Типи хімічних зв'язків у твердих тілах Періодична система хімічних елементів і будова атомів. Іонний зв'язок. Елементарні уявлення про ковалентного зв'язку. Фізичні основи ковалентного зв'язку. Ковалентний зв'язок в молекулах і кристалах.
9	9-й тиждень	Тема 3.2. Визначення найпростіших структур за допомогою рентгенограм Три найпростіші кристалічні структури чистих металів. Число атомів, що припадають на одну клітинку структури. Структура кристала і структурний тип. Структура алмазу і графіту. Найпростіші структури з'єднань типу АХ. Координаційне число і координаційний багатогранник. Найпростіші структури типу АХ ₂ і А ₂ Х. Класифікація структур по координаційним числам.
10	10-й тиждень	Тема 3.3. Фактори, що визначають структуру кристалів. Теорія щільних шарових упаковок. Встановлення різних типів хімічного зв'язку. Ефективні радіуси іонів. Визначення іонних і атомних радіусів. Іонні радіуси хімічних елементів. Метод зображення кристалічних структур кулями різних розмірів. Геометричні межі стійкості структур з різними координаційними числами. Поляризація іонів. Залежність розмірів атомів і іонів від координаційних чисел. Структурний тип перовськіту. шаруваті структури. Вплив поляризації на структуру кристалів. Фактори, що визначають структуру кристалів (правило Гольдшмідт). Федоровські групи симетрії гексагональних кульових упаковок. Елементи симетрії дуже ретельним шарових упаковок.
11	11-й тиждень	Тема 3.4. Ізоморфізм і поліморфізм Історія відкриття. Перші рентгеноструктурні дослідження ізоморфних речовин. Структурна класифікація типів поліморфізму. Умови, необхідні для прояву ізоморфізму. Межа ізоморфної заміності. Морфотропія і поліморфізм. Вплив ізотопного складу на кристалічну структуру. Ізовалентний і гетеровалентний ізоморфізм. Ізоморфізм з заповненням простору. Тверді розчини другого роду. Структура впровадження. Тверді розчини віднімання. дефектні структури. Структури з дробовим кількістю атомів в елементарній комірі. Внутрішні тверді розчини. Автоізоморфні речовини.

12	12-й тиждень	Тема 3.5. Класифікація структурних типів. Залежність фізико-хімічних властивостей твердих речовин від будови кристалів Попередні зауваження про класифікацію структурних типів. Групи структурних типів з нейтральними і зарядженими структурними мотивами. Межі застосування прийнятої класифікації структурних типів. Метод зображення структурних типів формулами. Структурні хімічні формули. Залежність фізико-хімічних властивостей твердих речовин від типу хімічного зв'язку в кристалах. Електричні властивості.
13	13-й тиждень	Тема 3.6. Будова реального кристалу Ідеальний і реальний кристал. Точкові дефекти в атомній структурі кристалу. дислокації. Залежність фізико-хімічних властивостей кристалів від реальної структури.
14	14-й тиждень	Розділ 4. Кристалохімія простих речовин і хімічних сполук та мінералогія. Тема 4.1. Кристалохімічні закономірності у періодичній системі елементів Д. І. Менделєєва Попередні зауваження. Кристалічні структури справжніх металів. Особливості структурних типів γ -Mn, Hg і Zn. Кристалічні структури елементів b-підгруп. Особливість елементів III-b і IV-b підгруп, що мають типові структури металів. Розподіл елементів по підгрупах періодичної системи на підставі кристалохімічних даних. Про класифікацію хімічних сполук. Класифікація подвійних (бінарних) і більш складних хімічних сполук.
15	15-й тиждень	Тема 4.2. Кристалохімія неорганічних сполук Про класифікацію бінарних сполук. Потрібні і більш складні неорганічні сполуки. Структурна систематика класу сульфатів. Правила Полінга для структур іонних кристалів. Особливості структур з переважно ковалентним типом зв'язку. Кристалохімія силікатів. Кристалохімія боратів. Теорії будови стекол. Особливості утворення речовин в аморфному стані. Особливості рентгенофазового аналізу при вивченні аморфних тіл.
16	16-й тиждень	Тема 4.3. Поняття «мінерал», «гірська порода». Мінеральні види. Генезис мінералів. Мінеральний індивід, мінеральний вид. Будова Землі. Земна кора. Хімічний склад. Будова земної кори. Типи води в мінералах. Кристалохімічна класифікація мінеральних видів. Структурні мотиви кристалічних структур. Мінерали в колоїдному стані.
17	17-й тиждень	Тема 4.4. Класи сульфідів, оксидів та солей 17 Загальна характеристика. Острівні – пірит, марказит; координаційні – галеніт, сфалерит, халькопірит; ланцюгові – антимоніт, кіновар; шаруваті – молібденіт, аурипігмент. Загальна характеристика. Координаційні – корунд, гематит, ільменіт, шпінелі, ланцюжкові – рутил, каситерит, піролюзит; каркасні – кварц, халцедон; гідроксиди – гетит, діаспор, гідраргеліт. Карбонати: кальцит породотворюючий мінерал вапняків, мармуру, крейди; доломіт, магнезит, група содових мінералів (сода і трона). Сульфати: гіпс ангідрит, барит. Значення у виробництві тугоплавких неметалевих матеріалів. Сульфати натрію (мірабіліт і тенардит). Галоїди: галіт, сільвін, флюорит, карналіт, кріоліт. Фосфати: апатит, фосфорит. Борати та нітрати.
18	18-й тиждень	Тема 4.5. Клас силікатів. Силікати - породотворюючі 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.

Лабораторні заняття

Метою лабораторних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Кристалохімія». Матеріал лабораторних занять спрямований на одержання досвіду набуття навичок опису кристалічних структур, вирішення задач кристалохімії, створення моделей кристалічних ґраток та розрахунку їх властивостей шляхом використання сучасного програмного забезпечення.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Вступне заняття	Організаційні питання. Обговорення правил техніки безпеки. Лабораторна робота 1. Вирощування кристалів з розчинів. Приготування пересичених водних розчинів солей. Відбір кристалів для вирощування. Розміщення кристалів в насичених розчинах.
3	Кристалічні багатогранники	Лабораторна робота 2. Вирощування кристалів методом дифузії в гелях. Приготування розчинів солей точних концентрацій. Приготування розчину солей в агарі, з подальшим формуванням гелю агару. Формування схем синтезу кристалів малорозчинних сполук за схемою односторонньої дифузії в гелі.
5	Кристалічні багатогранники	Лабораторна робота 2. Ознайомлення з програмним забезпеченням VESTA для побудови та вивчення кристалічних структур. Розгляд та обговорення простих форм нижчої, середньої та вищої сингоній. Обговорення тем та структури РГР (рефератів), особливостей оформлення згідно ДСТУ 3008:2015. Про підготовку презентації до виступу за темою реферату.
7	Рентгеноструктурний аналіз	Лабораторна робота 3. Моделювання дифрактограм однієї та двох фаз. Вирішення задач пов'язаних з розшифруванням дифрактограм речовин у кристалічному стані. Використання спеціалізованого програмного забезпечення та відкритих баз даних для ідентифікації при рентгенофазовому аналізі. Побудова структур та моделювання їх дифрактограм за допомогою програми VESTA.
9	Ізоморфізм та поліморфізм	Лабораторна робота 4. Додавання зв'язків до кристалічної структури. Поліедри. Моделювання ізовалентного і гетеровалентного ізоморфізму. Тверді розчини. Структури з дробовим кількістю атомів в елементарній комірці. Внутрішні тверді розчини. Моделювання та розрахунки структур в програмі VESTA. Моделювання точкових дефектів в атомній структурі кристалів. Дислокації.
11	Гірські породи та мінерали	Лабораторна робота 5. Ознайомлення зі зразками мінералів (силікати, карбонати, борати, оксиди, сульфідні), обговорення їх основних відмінностей та характеристик, особливості їх ідентифікації. Визначення та порівняння твердості мінералів по шкалі Мооса. Флуоресценція мінералів під дією УФ-опромінення.
13	Властивості кристалічних тіл	Лабораторна робота 6. Визначення оптичних властивостей кристалічних тіл. Спектри поглинання та пропускання кристалічних тіл.
15	Властивості кристалічних тіл	Лабораторна робота 7. Визначення геометричних особливостей, п'єзоелектричних та механічних (міцність, триболюмінесценція) властивостей кристалів. Визначення кутів, міцності на згин та п'єзоелектричних властивостей кристалів.
17	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.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає написання РГР (реферату/презентації), підготовка до модульної контрольної роботи (МКР), підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Написання РГР (реферату/презентації)	15 годин
Повторення лекційного матеріалу та опрацювання тем для самостійного опрацювання	18 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	15 години
Підготовка до екзамену	30 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу Google Classroom. Відвідування лекцій та лабораторних занять є обов'язковим.

Правила захисту РГР (реферату / презентації):

1. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 на лабораторному занятті.
2. Після перевірки роботи викладачем та виступу студента з доповіддю та презентацією робота вважається захищеною та оцінюється у відповідності до РСО.

Правила призначення заохочувальних балів:

1. Заохочувальні бали не передбачені.

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 (РСО)

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

1. Поточний контроль: МКР, РГР (Реферат/презентація).
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: усний екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

Стартова складова – 50 балів:

- модульну контрольну роботу (МКР) – 12 балів;
- РГР – 25 балів;
- захист лабораторних робіт – 13 балів.

Екзамен:

- Усний екзамен – 50 балів.

2. Критерії нарахування балів.

- 2.1. Модульна контрольна робота оцінюється у 12 балів:

- «Відмінно» — дається повна відповідь на запитання (не менше 90% потрібної інформації) — 11–12 балів;
- «Добре» — достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями — 9–10 балів;
- «Задовільно» — неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки — 8 балів;
- «Незадовільно» — відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» — 0–7 балів.

2.2. РГР (реферат/презентація) оцінюється у 25 балів за такими критеріями:

- «Відмінно» — повністю правильне виконання і оформлення роботи (не менше 90% потрібної інформації) — 23–25 балів;
- «Добре» — правильне виконання з незначними відхиленнями в оформленні або змісті (не менше 75% потрібної інформації) — 19–22 бали;
- «Задовільно» — робота містить основні положення, але є пропуски й помилки (не менше 60% потрібної інформації) — 15–18 балів;
- «Незадовільно» — завдання не виконане або обсяг/якість роботи менші за вимоги до «задовільно» — 0–14 балів.

2.3. Захист лабораторних робіт відбувається шляхом написання загального тесту, питання якого відповідають контрольним питанням або питанням за темою кожної з лабораторних робіт та оцінюється у 13 балів за такими критеріями:

- «Відмінно» — дається правильна відповідь на запитання (не менше 90% потрібної інформації) — 12–13 балів;
- «Добре» — частково правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями — 10–11 балів;
- «Задовільно» — неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки — 8–9 балів;
- «Незадовільно» — відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» — 0–7 балів.

Наявність позитивної оцінки з реферату є умовою допуску до екзамену.

2.3. Екзамен оцінюється у 50 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох запитань з переліку, що наданий у додатку до робочої програми.

- «Відмінно» — повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування — 45–50 балів;
- «Добре» — достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності — 38–44 бали;
- «Задовільно» — неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня, з деякими помилками — 30–37 балів;
- «Незадовільно» — відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» — 0–29 балів.

3. Умовою позитивного першого календарного контролю (атестації) є отримання не менше 27 балів, другого — не менше 45 балів за умови зарахування РГР (реферату/презентації). Умовою допуску до екзамену є сума балів стартової шкали не менше 28 балів.

4. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови зарахування РГР (реферату/презентації) та оцінка за екзамен переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п.6). Якщо сума балів менша за 60, але РГР (реферат/презентація) зараховано, здобувач виконує додаткову контрольну роботу для підвищення оцінки.

5. Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може перескладати модульну контрольну роботу один раз. РСО доводиться до відома здобувачів на першому занятті; зміни в РСО протягом семестру не допускаються, крім випадків, передбачених Положенням (п.3.7).

6. Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
РГР (Реферат/презентацію) не зараховано	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги до оформлення РГР (реферату/презентації), перелік запитань до МКР та для заліку наведені у відповідному Google Classroom «Хімія твердого стану».

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри хімічної технології кераміки та скла:

к.х.н. Пилипенком І.В.

Ухвалено кафедрою хімічної технології кераміки та скла (протокол № 3 від 08 жовтня 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 1 від 18 вересня 2025 року)