



Хімія твердого стану

Силабус освітнього компонента

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Статус дисципліни	Обов'язкова (нормативна)
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів, 150 годин (30 годин лекцій; 32 годин лабораторних робіт)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен усний /модульна контрольна робота, розрахункова робота.
Розклад занять	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
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.х.н., доц. Пилипенко Ігор Володимирович, i.pylypenko@kpi.ua Лабораторні заняття: к.х.н., доц. Пилипенко Ігор Володимирович, i.pylypenko@kpi.ua к.т.н., доц. Яценко Артем Павлович PhD, ст. викл. Бондарєва Антоніна Ігорівна
Розміщення курсу	Google Classroom https://classroom.google.com/c/ODAwNTEzMjUxNzA2?cjc=575jpea3

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента «Хімія твердого стану» складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів «Хімічні технології та інженерія» спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:

ЗК 03 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ФК 01 - Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.

ФК 04 Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії.

(ФК 14) Здатність до опанування теоретичних основ та практичних навичок в технології неорганічних керамічних матеріалів.

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

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:

(ПРН 02) Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництва хімічних речовин та матеріалів на їх основі; (ПРН 06) Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосування в хімічній інженерії; (ПРН 15) Розробляти композиційні матеріали, виходячи з експлуатаційних вимог них, на основі різноманітних органічних та неорганічних сполук та проектувати технологічні лінії їх виробництва.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами «Фізика. Частина 1. Механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка. Електрика», «Фізика. Частина 2. Магнетизм. Оптика. Квантова фізика», «Загальна та неорганічна хімія. Частина 1. Загальна хімія», «Загальна та неорганічна хімія. Частина 2. Неорганічна хімія». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення освітнього компонента є необхідними для подальшого вивчення освітніх компонентів «Загальна хімічна технологія», «Загальна хімічна технологія. Курсова робота», «Технологія тонкого органічного і нафтохімічного синтезу» та «Технологія електрохімічних виробництв».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Закони геометричної кристалографії

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

Розділ 2 Геометрична теорія структури кристалу

- 2.1 Кристалічна ґратка
- 2.2 Основні поняття про рентгеноструктурний аналіз
- 2.3 Інтерпретація порошкових дифрактограм. Фазовий аналіз

Розділ 3 Основні поняття кристалохімії

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

Розділ 4 Кристалохімія простих речовин і хімічних сполук та мінералогія

- 4.1 Кристалохімічні закономірності у періодичній системі елементів Д. І. Менделєєва
- 4.2 Кристалохімія неорганічних сполук
- 4.3 Поняття «мінерал», «гірська порода». Мінеральні види. Генезис мінералів
- 4.4 Класи сульфідів, оксидів та солей
- 4.5 Клас силікатів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Кристалохімія [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньої програми «Хімічні технології неорганічних

в'язуючих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І. В. Пилипенко, Л. М. Спасьонова. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,33 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 100 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/43cc355a-0e83-4fe0-96b2-975eb0b3c0cc/content>

2. Куровець М.І. Кристалохімія. Частина I. – Л.: Світ, 1996. – 235 с.

3. Куровець М.І. Кристалохімія Частина II. – Л.: Світ, 1996. – 214 с.

Додаткова література

4. West, A. R. Solid State Chemistry and Its Applications. Advanced Edition. Chichester : Wiley, 2022. 896 p. ISBN 9781118447444.

5. Smart L. E., Moore E. A. Solid state chemistry: an introduction. – Boca Raton.: CRC press, 2012. – 483 p.

6. Nesse, W. D. Introduction to Mineralogy. 3rd ed. New York : Oxford University Press, 2017. 495 p. ISBN 9780199846283.

7. Deer, W. A. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. 3rd ed. / R. A. Howie, J. Zussman. London : Mineralogical Society of Great Britain and Ireland, 2013. 510 p. ISBN 9780903056274.

8. Simon, S. H. The Oxford Solid State Basics. Oxford : OUP Oxford, 2013. 320 p. ISBN 9780199680771.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Тема 1.1. Предмет кристалографії, поняття про кристал і кристалічну речовину. <u>Основні питання:</u> Предмет кристалографії. Основні властивості кристалу. Кристал і кристалічна речовина, кристалічна речовина. Поширеність кристалічної речовини. Кристалізація. виробництво монокристалів.
2	Тема 1.2. Закон сталості двограних кутів у кристалах. Симетрія кристалів. <u>Основні питання:</u> 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	Тема 1.3. Форми кристалічних багатогранників <u>Основні питання:</u> Поняття простої форми. Прості форми нижчих сингоній. Прості форми середніх сингоній. Прості форми кубічної сингонії. Можливі межі. Двійники і закономірні зростки.
4	Тема 1.4. Закон цілих чисел і аналітичні методи опису кристалічних багатогранників <u>Основні питання:</u> Відкриття закону цілих чисел в кристалографії. Кристалографічні символи. Математичне визначення символів межі. Установка кристалів.
5	Тема 2.1. Кристалічна ґратка <u>Основні питання:</u> 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	Тема 2.2. Основні поняття про рентгеноструктурний аналіз <u>Основні питання:</u> 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	Тема 2.3. Інтерпретація порошкових дифрактограм. Фазовий аналіз. <u>Основні питання:</u> 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	Тема 3.1. Типи хімічних зв'язків у твердих тілах <u>Основні питання:</u> 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	Тема 3.2. Визначення найпростіших структур за допомогою рентгенограм <u>Основні питання:</u> 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 AX. Координаційне число і координаційний багатогранник. Найпростіші структури типу AX₂ і A₂X. Класифікація структур по координаційним числам.
10	Тема 3.3. Фактори, що визначають структуру кристалів. Теорія щільних шарових упаковок. <u>Основні питання:</u> 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	Тема 3.4. Ізоморфізм і поліморфізм <u>Основні питання:</u> Історія відкриття. Перші рентгеноструктурні дослідження ізоморфних речовин. Структурна класифікація типів поліморфізму. Умови, необхідні для прояву ізоморфізму. Межа ізоморфної заміненості. 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 комірці. Внутрішні тверді розчини. Автоізоморфні речовини.
12	Тема 3.5. Класифікація структурних типів. <u>Основні питання:</u> 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	Тема 3.6. Будова реального кристалу <u>Основні питання:</u> Ідеальний і реальний кристал. Точкові дефекти в атомній структурі кристалу. дислокації. Залежність фізико-хімічних властивостей кристалів від реальної структури.
14	Тема 4.1. Кристалохімічні закономірності у періодичній системі елементів Д. І. Менделєєва <u>Основні питання:</u> 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	Тема 4.2. Кристалохімія неорганічних сполук <u>Основні питання:</u> Про класифікацію бінарних сполук. Потрійні 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	Тема 4.3. Поняття «мінерал», «гірська порода». Мінеральні види. Генезис мінералів. <u>Основні питання:</u> 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	Тема 4.4. Класи сульфідів, оксидів та солей <u>Основні питання:</u> 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 породоутворюючий 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, сильвін, флюорит, карналіт, кріоліт. Фосфати: апатит, фосфорит. Борати та нітрати.
18	Тема 4.5. Клас силікатів. <u>Основні питання:</u> 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.

Лабораторні заняття

№ з/п	Перелік лабораторних робіт
1	Організаційні питання. Обговорення правил техніки безпеки. Лабораторна робота 1. Вирощування кристалів з розчинів. <u>Мета роботи</u> – вирощування кристалів неорганічних та органічних сполук з метою вивчення їх фізичних властивостей та геометричних особливостей будови.
2	Лабораторна робота 2. Вирощування кристалів методом дифузії в гелях. <u>Мета роботи</u> – синтез кристалів малорозчинних сполук за схемою односторонньої дифузії в гелі.
3	Лабораторна робота 3. Створення кристалічної структури речовин у програмі VESTA. <u>Мета роботи</u> – розгляд та обговорення простих форм нижчої, середньої та вищої сингоній, використання програмного забезпечення VESTA побудови моделей кристалічних структур.
4	Лабораторна робота 4. Моделювання дифрактограм однієї та двох фаз. <u>Мета роботи</u> – 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.
5	Лабораторна робота 5. Додавання зв'язків до кристалічної структури. Поліедри. <u>Мета роботи</u> – 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.
6	Лабораторна робота 6. Визначення оптичних властивостей кристалічних тіл. <u>Мета роботи</u> – визначити оптичні властивості кристалічних тіл при використанні ІЧ, УФ та видимого світла, визначити спектри поглинання та пропускання кристалічних тіл.
7	Лабораторна робота 7. Кристалізація металів. <u>Мета роботи</u> – Ознайомитись з методикою вирощування кристалів металів в гелевому середовищі.
8	Лабораторна робота 8. Ознайомлення зі зразками мінералів <u>Мета роботи</u> – Ознайомлення зі зразками мінералів обговорення їх основних відмінностей та характеристик, особливості їх ідентифікації. Визначення та порівняння твердості мінералів по шкалі Мооса. Флуоресценція мінералів під дією УФ-опромінення.

Розрахункова робота (РР)

У якості індивідуального завдання студенти виконують розрахункову роботу (РР). Завданням РР є розрахунок фізичних властивостей речовин та кристалічних структур а також побудова кристалічних структур за даними рентгеноструктурного аналізу. Теоретичні відомості та завдання на РР наведені у розділі «Контрольні заходи» у гугл класі <https://classroom.google.com/c/ODAwNTEzMjUxNzA2?cjc=575jpea3>.

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лабораторних робіт	25
2	Підготовка до написання РР	21
3	Підготовка до МКР	12
4	Підготовка до екзамену	30

Контрольна робота

Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компонента. Модульна контрольна робота (МКР) виконується після вивчення тем 1-9. Контрольна робота проводиться у вигляді тесту через Google Forms з обмеженням у часі 45 хвилин.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів.
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Хімія твердого стану»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

7. 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, РР (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;
- РР – 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» — надається 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. РР (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 РР (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 РР (реферату/презентації) та оцінка за екзамен переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п.6). Якщо сума балів менша за 60, але РР (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).

Календарний контроль

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доводиться до відома студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

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
РР (Реферат/презентацію) не зараховано	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги до оформлення РР (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 ХТКС (протокол № 16 від 27 червня 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26 червня 2025 р.)