



Національний технічний
університет України
"Київський політехнічний
інститут імені Ігоря
Сікорського"



Кафедра технології
неорганічних
речовин,
водоочищення та
загальної хімічної
технології

Структурна неорганічна хімія

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>Для всіх освітніх програм спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Денна(очна)/Змішана/Дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік усний</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара на тиждень), практичні роботи 2 години на тиждень (1 пара на тиждень) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент, Донцова Тетяна Анатоліївна, t.dontsova@kpi.ua¹ Практичні: д.т.н., доцент, Донцова Тетяна Анатоліївна, t.dontsova@kpi.ua</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 освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Необхідність викладання студентам освітньої компоненти «Структурна неорганічна хімія» обумовлене наданням їм представлення про загальні принципи будови кристалів і класифікації кристалічних структур, про зв'язок між структурою кристалів і природою хімічної взаємодії атомів, про зв'язок структури з фізико-хімічними властивостями кристалічних речовин і про сучасні задачі структурної хімії як науки. Знання з структурної неорганічної хімії сприяє глибокому розумінню і засвоєнню хімічної науки, зокрема, кристалохімічних та структурних закономірностей у періодичній системі Д.І.Менделєєва.

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

Метою освітньої компоненти є формування у студента здатностей використовувати базові уявлення в області технології неорганічних речовин для освоєння дисциплін професійної та практичної підготовки, використовувати професійно профільовані знання й практичні навички в галузі матеріалознавства і кристалографії для аналізу хімічних та хіміко-технологічних процесів.

Студенти після засвоєння дисципліни «Структурна неорганічна хімія» мають продемонструвати **знання** щодо будови речовин та особливостей складу кристалічних речовин; загальних принципів будови кристалів і класифікації кристалічних структур; особливостей геометрії та симетрії молекул та кристалів. Студенти також мають продемонструвати **уміння** встановлювати зв'язки між структурою кристалів і природою хімічної взаємодії атомів; між кристалічною структурою і фізико-хімічними властивостями кристалічних речовин. Набути **досвід** у характеристикації будови неорганічних речовин у різних агрегатних станах; у визначенні елементів симетрії та встановленні формули симетрії молекул та кристалів; у визначенні залежності енергії кристалічних структур від типу зв'язків в кристалах, у дослідженні кристалів рентгеноструктурним аналізом.

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

Перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні здобувачам бакалаврата для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Пререквізити:

Загальна та неорганічна хімія	Знання основних визначень у загальній та неорганічній хімії, хімічний зв'язок, типи хімічних зв'язків, поняття про аморфні та кристалічні тіла, основні неорганічні речовини, що одержуються за технологіями неорганічного синтезу
Органічна хімія	Знання класифікації органічних речовин та основні механізми їх перетворень

Постреквізити:

Дипломне проектування	Знання про фізико-хімічні властивості речовин та впливу на них факторів – температури, тиску, ультрафіолетового, інфрачервоного та інших видів випромінювання, електричного та магнітного полів тощо
-----------------------	--

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Введення в структурну неорганічну хімію

Виникнення структурної хімії. Загальні положення. Предмет структурної хімії та взаємозв'язок з іншими дисциплінами. Структурна хімія на прикладі окремих речовин. Особливості твердих, рідких та газоподібних неорганічних речовин. Важливе значення твердого стану в неорганічній хімії. Опис структурної хімії обраних неорганічних сполук. Класифікація неорганічних речовин. Прості речовини. Метали та неметали. Інтерметаліди. Бінарні сполуки. Триелементні та більш складні сполуки. Ізоморфізм, поліморфізм та політипія. Фази змінного складу.

Тема 2. Геометрична кристалографія

Решітка і структура кристала. Елементарна комірка. Типи решіток. Кристалографічні системи координат. Індексуння вузлів, вузлових рядів, вузлових сіток, напрямків, площин. Кристалографічні проекції. Точкові групи. Сингонії. Відкриті операції й елементи симетрії. Групи симетрії ланцюгів і шарів. Просторові групи симетрії. Гратки Браве. Точкові групи симетрії. Прості форми.

Тема 3. Кристалохімія

Хімічні зв'язки в кристалах: ковалентний зв'язок. Йонний зв'язок, металевий зв'язок, ван-дер-ваальсова взаємодія, водневий зв'язок. Інші специфічні міжмолекулярні взаємодії. Міжатомна відстань і міцність зв'язку. Систематика кристалічних структур за типом зв'язку. Принцип щільних упаковок. Енергія кристалічних структур (йонних, ковалентних, металевих). Енергія молекулярних і інших ван-дер-ваальсових кристалів. Полярність і хіральність молекул.

Принцип щільних упаковок. Стехіометричні формули. Координаційні числа та багатогранники. Опис йонних та ковалентних кристалів. Поляризація. Кристалохімічні закономірності в періодичній таблиці Д.І. Менделєєва.

Симетрія ланцюгів, шарів, кристалів. Типи ізоморфізму. Типи поліморфізму. Залежність властивостей кристалічних речовин від їхньої структури (механічні, електричні та оптичні властивості). Реальні кристали. Точкові дефекти. Дислокації. Мозаїчність. Структура поверхні і тонких плівок. Вплив дефектів кристалів на їхні властивості.

Тема 4. Структурна кристалохімія

Стехіометрична та кристалохімічна класифікація кристалічних структур. Структура кристалів. Структурні типи і ізоструктурність. Найпростіші структурні типи і співвідношення між ними. Сімейства кристалічних структур. Структурні класи. Основні структурні типи металів (мідь, магній, α -залізо). Аномальні металеві структури. Структури простих речовин (неметалів). Зміна характеру структури по групах періодичної таблиці. Структури бінарних сполук. Структури інтерметалічних сполук (AB). Структури сполук металів з неметалами (AX). Фактори, що визначають вибір структурного типу. Структури сполук неметалів (XY). Структурний тип перовскита. Сегнето- і антисегнетоелектричні властивості речовин з перекрученою структурою перовскита. Структурний тип шпінелі. Нормальна і звернена шпінель. Пояснення будови шпінелей на основі теорії кристалічного поля. Ферити і їх технічне значення. Зв'язок будови і магнітних властивостей сполук, що кристалізуються за типом шпінелі.

4. Навчальні матеріали та ресурси

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

Базова

- 1. Структурна неорганічна хімія [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. А. Донцова, С. В. Нагірняк, О. І. Янушевська – Електронні текстові дані (1 файл: 9,27 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 225 с.*
- 2. Structural inorganic chemistry [Electronic resource] : Textbook for Bachelor students of the specialty 161 «Chemical technologies and engineering» / Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute; the authors: T. A. Dontsova, S. V. Nahirniak – Electronic text data (1 file: 9,73 MB). – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2019. – 194 p.*

Додаткова

- 3. Зиман З.З Основи структурної кристалографії: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. – 212 с.*
- 4. Пчелінцев В.О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – 226 с.*
- 5. Шевченко Л.Л. Кристалохімія. – К.: Вища школа. – 1993. – 174 с.*

Інформаційні ресурси

17. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance).

5. Методика опанування освітньої компоненти(освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами робіт практичних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Zoom) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Перед кожною лекцією рекомендується ознайомитись з лекційними матеріалами, а також з матеріалами, що рекомендовані для самостійного вивчення.

№	Дата	Опис заняття
1	1 робочий тиждень семестра	Тема 1. Введення в структурну неорганічну хімію. Структурна хімія елементів та речовин Виникнення структурної хімії. Загальні положення. Предмет структурної хімії та взаємозв'язок з іншими дисциплінами. Особливості твердих, рідких та газоподібних неорганічних речовин. Важливе значення твердого стану в неорганічній хімії.
2	2 робочий тиждень семестра	Тема 2. Геометрична кристалографія Кристали та їх властивості. Визначення та елементи кристалів. Елементарна комірка. Параметри та елементи комірок. Типи решіток. Закони плоскогранності та постійності кутів.
3	3 робочий тиждень семестра	Продовження теми 2 – Кристалографічне індексування та проєкції. Симетрія кристалів. Кристалографічні системи координат. Індокси вузлів, вузлових рядів, вузлових сіток, площин.
4	4 робочий тиждень семестра	Продовження теми 2 – Елементи симетрії. Гратки Браве. Точкові групи симетрії. Класи симетрії.
5	5 робочий тиждень семестра	Продовження теми 2 – Сингонії та прості форми. Характеристика сингоній. Просторові групи симетрії.
6	6 робочий тиждень семестра	Продовження теми 2 – Прості форми та їх різновиди.
7	7 робочий тиждень семестра	Тема 3. Кристалохімія Міжатомна відстань і міцність зв'язку. Систематика кристалічних структур за типом зв'язку. Енергія кристалічних структур (йонних, ковалентних, металевих). Енергія молекулярних і інших ван-дер-ваальсових кристалів.
8	8 робочий тиждень семестра	Продовження теми 3 – Принцип щільних упаковок. Стехіометричні формули. Координаційні числа та багатогранники.
9	9 робочий тиждень семестра	Продовження теми 3 – Опис йонних та ковалентних кристалів. Поляризація. Кристалохімічні закономірності в періодичній таблиці Д.І. Менделєєва.
10	10 робочий тиждень семестра	Тема 4. Класифікація структур та кристалів Структурні типи і ізоструктурність. Типи ізоморфізму. Стехіометрична та кристалохімічна класифікація кристалічних структур.

11	11 робочий тиждень семестра	Продовження теми 4 – Реальні кристали. Точкові дефекти. Дислокації. Мозаїчність. Структура поверхні і тонких плівок. Вплив дефектів кристалів на їхні властивості.
12	12 робочий тиждень семестра	Продовження теми 4 – Опис деяких структур. Структури простих та складних речовин. Реальні кристали.
13	13 робочий тиждень семестра	Продовження теми 4 – Основні структурні типи металів (мідь, магній, α -залізо). Аномальні металеві структури.
14	14 робочий тиждень семестра	Продовження теми 4 – Структури простих речовин (неметалів). Основні структурні типи металів. Аномальні металеві структури.
15	15 робочий тиждень семестра	Продовження теми 4 – Структури простих речовин (неметалів). Зміна характеру структури по групах періодичної таблиці. Структури бінарних сполук. Структури інтерметалічних сполук.
16	16 робочий тиждень семестра	Продовження теми 4 – Структури сполук металів з неметалами. Фактори, що визначають вибір структурного типу.
17	17 робочий тиждень семестра	Продовження теми 4 – Типи поліморфізму. Зміна характеру структури по групах періодичної таблиці.
18	18 робочий тиждень семестра	Залікове заняття До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали впродовж семестру. Студенти, які мають низький рейтинг, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують усну залікову контрольну роботу.

Практичні роботи

Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Структурна неорганічна хімія». Для цього на практичних заняттях детально розглядаються основи кристалографічного індексування, проводиться опис моделей кристалів (в тому числі, визначаються елементи симетрії, сингонія, клас симетрії), визначаються прості форми, розраховуються кристалохімічні радіуси та стехіометричні формули, визначаються координаційні числа та координаційні багатогранники.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1-2	Робота 1. Кристалографічне індексування	Індексування вузлів, напрямків, площин.
3-5	Робота 2. Опис моделей кристалів	Тест-опитування за попередньою роботою. Визначення елементів симетрії, сингонії, категорії та класу симетрії у моделях кристалів.
6-8	Тематичні доповіді	

9-10	Робота 3. Установка кристалів та прості форми	Тест-опитування за попередньою роботою. Отримання навичок при установці кристалів та визначення відкритих та закритих простих форм у моделях кристалів.
11-12	Робота 4. Визначення кристалохімічних радіусів сполук	Тест-опитування за попередньою роботою. Розрахунки кристалохімічних радіусів у сполуках з різним типом зв'язку.
13-14	Захист ДКР	
15	Робота 5 (частина 1). Визначення координаційних чисел та координаційних багатогранників	Тест-опитування за попередньою роботою. Визначення координаційних чисел та координаційних багатогранників атомів (іонів) в різних структурах.
16-17	Робота 5 (частина 2). Визначення стехіометричної формули речовини	Визначення структурних та формульних одиниць для різних сполук та розрахунок загальної кількості атомів, що припадає на одну елементарну комірку. Тест-опитування за останньою роботою.
18	Залікове заняття	Підведення підсумків

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СПС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до тестів з практичного матеріалу, виконання домашньої контрольної роботи, підготовка до захисту практичних завдань та домашньої контрольної роботи, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СПС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до тестів, підготовка тематичної доповіді	1–2 години на тиждень
Виконання ДКР	8 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	2 години
Підготовка до заліку	5 годин

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти(освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та практичні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, практичні роботи – в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних робіт є обов'язковим.

На початку деяких лекцій проводиться опитування за матеріалами попередніх лекцій із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms). Перед початком чергової теми

лектор надсилає лекційний матеріал із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості. На початку кожного практичного заняття проводиться опитування за матеріалами попереднього із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms).

Правила захисту ДКРР:

1. До захисту ДКР допускаються студенти, які правильно виконали письмову розрахунково-графічну роботу.
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 5 балів).
2. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
3. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 10 заохочувальних балів;

Політика строків здачі 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: опитування на практичних роботах, МКР, захист ДКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.
3. Семестровий контроль: усний залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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

- 1) активну участь на всіх практичних заняттях;
- 2) виконання модульної контрольної;
- 3) підготовка доповіді;
- 4) виконання домашньої контрольної роботи (письмово).

Практичні роботи (5 робіт):

творче розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом – 9÷10 балів;

глибоке розкриття одного з питань дискусії – 7÷8 балів;

активна участь на практичному занятті – 6 балів;

незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів.

Модульна контрольна робота:

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9÷10 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7÷8 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) – 0 балів.

Доповідь:

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9÷10 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7÷8 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) – 0 балів.

Домашня контрольна робота:

«відмінно», виконані всі вимоги до роботи – 30÷27 балів;

«добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 26÷23 балів;

«задовільно», обґрунтоване розкриття проблеми з певними недоліками – 22÷18 балів;

«незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт. 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 $0,5 \cdot 54 = 27$ балів і зарахована розрахунково-графічна робота.

Для отримання **заліку** з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також зараховану домашню контрольну роботу (більше 30 балів). Одержані впродовж семестру рейтингові бали переводяться у відповідну оцінку за наведеною нижче таблицею.

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

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують **усну залікову контрольну роботу**. Необхідною умовою допуску до заліку є позитивна оцінка за домашню контрольну роботу. Завдання контрольної роботи складається з трьох питань (1 теоретичного та 2 практичних) робочої програми з переліку, що надані у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

Теоретичне питання контрольної роботи оцінюється у 30 балів відповідно до системи оцінювання:

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 32÷35 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 27÷31 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 26÷21 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Практичні питання контрольної роботи оцінюється у 20 балів відповідно до системи оцінювання:

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18÷20 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 15÷17 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 12÷14 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Одержані на заліку бали сумують із балами, що отримані за ДКР, та переводяться у відповідну оцінку за наведеною вище таблицею.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги до оформлення домашньої контрольної роботи, перелік запитань до МКР та заліку наведені у Google Classroom «Структурна неорганічна хімія» (платформа Sikorsky-distance).

Робочу програму освітньої компоненти(силабус):

Складено завідувач кафедри ТНР В та ЗХТ, д.т.н., доцент

Донцова Тетяна Анатоліївна

Ухвалено кафедрою ТНР В та ЗХТ (протокол No 22 від 29.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол No 10 від 23.06.2022 р.)