



Інноваційні хімічні технології

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити навчальної освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна, вечірня), заочна /змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР / РР</i>
Розклад занять	<i>Лекція 1 година на тиждень (1 пара на два тижні), лабораторні роботи 2 години на тиждень (2 пари на два тижні) за розкладом на roz.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 Лабораторні: д.т.н., доцент, Донцова Тетяна Анатоліївна, t.dontsova@kpi.ua к.т.н., доцент, Янушевська Олена Іванівна, l_rrr@ukr.net</i>

Програма освітньої компоненти

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

Викладання здобувачам вищої освіти (з.в.о.) рівня Магістр освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології» обумовлене необхідністю надати з.в.о. досвід в новітніх хімічних технологіях отримання функціональних матеріалів (біонеорганічних матеріалів, наноматеріалів, фотокаталізаторів, сенсорів та ін.) та технологіях охорони довкілля.

Метою освітньої компоненти є формування у з.в.о. рівня Магістр компетентностей:

- здатність організувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів (**K5**);
- здатність використовувати сучасне спеціальне наукове обладнання та програмне забезпечення при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно-конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії (**K7**);
- здатність впроваджувати інновації в процеси хімічної галузі з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку (**K8**);
- здатність кваліфіковано використовувати знання хімічної та електрохімічної кінетики у синтезі каталізаторів, наноматеріалів, для створення функціональних покриттів, систем перетворення енергії та в хімічній переробці відходів (**K9**).

З.в.о. рівня Магістр після засвоєння освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології» мають продемонструвати знання в:

- розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів (ПР6);
- здійснювати у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, і аналізувати та оцінювати відповідну інформацію (ПР7);
- проводити інновації на виробництвах хіміко-технологічного профілю з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку (ПР8);
- організовувати та проводити синтез каталізаторів/адсорбентів, наноматеріалів, функціональних покриттів/реагентів; створювати системи перетворення енергії та технології хімічної переробки відходів (ПР9).

З.в.о. рівня Магістр також мають продемонструвати **уміння**:

- проводити пошук та аналіз сучасних літературних джерел;
- аргументовано підбирати більш доцільні технології та методи дослідження функціональних матеріалів і наноматеріалів;
- створювати гнучкі технологічні схеми з метою комплексної переробки природної сировини, техногенних відходів та охорони довкілля;
- виконувати дослідження в наукових лабораторіях згідно вимог техніки безпеки та екологічної безпеки;
- передбачати можливості виникнення артефактів та їх запобігання;
- правильно визначати стратегію препаративного отримання цільових продуктів із заданими властивостями, виходячи з їх призначення.

Набути **досвід** використання сучасних літературних джерел для наукового обґрунтування методів синтезу функціональних і наноматеріалів, розробки технологічних схем з фізико-хімічним обґрунтуванням кожної стадії їх отримання; реалізації та впровадженні сучасних наукоємних технологій у лабораторний практикум (до створення пілотної установки).

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 магістратури для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Пререквізити:	
Бакалаврський рівень	Знання у хімічній технології та інженерії на бакалаврському рівні.
Постреквізити:	
Ресурсозберігаючі та екологічно безпечні технології	Здатність розробляти хіміко-технологічні схеми та технології з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів
Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 2. Наукова робота за темою магістерської дисертації	Здатність до впровадження інновацій на виробництвах хіміко-технологічного профілю
Практика	Здатність до здійснення якісного пошуку у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, і

	<i>аналізувати та оцінювати відповідну інформацію</i>
<i>Виконання магістерської дисертації</i>	<i>Здатність проводити інновації та виявляти і вирішувати проблеми в сфері хімічних процесів та апаратів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень. Здатність до розробки технологічних показників одержання і практичного застосування нових речовин та функціональних матеріалів</i>

Дана освітня компонента формує базу для подальшого навчання на ступінь PhD.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Сучасні передові хімічні технології у промисловості

Класифікація і характеристика сучасних неорганічних функціональних матеріалів. Їх особливості та вимоги до них. Области використання. Характеристика методів синтезу. Отримання функціональних матеріалів з рідкої фази: хімічне осадження з водних і неводних розчинів. Синтез матеріалів золь-гель технологією. Сутність і фізико-хімічні основи гідротермального і плазмохімічного методів та криохімічної технології. Отримання функціональних матеріалів із газової фази (CVD і PVD методи). Темплатний метод синтезу неорганічних матеріалів. Критерії визначення наноматеріалів: критичний розмір та функціональні властивості. Розмірний ефект. Класифікація наноматеріалів: 0D-, 1D-, 2D-структури. Области застосування наноматеріалів. Приклади природних наноматеріалів. Їх особливості. Самоорганізація наноматеріалів. Використання наноматеріалів в медицині, енергетиці, каталізі та охороні навколишнього середовища. Основні фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи дослідження наноматеріалів. Характеризація наноматеріалів за допомогою дифракційних, спектральних, термічних методів та електронної мікроскопії. Характеристика біоматеріалів. Взаємодія біоматеріалів зі тканинами. Вимоги до біоматеріалів. Матеріали на основі кальцію фосфатів. Фосфатно-кальцієві цементи. Біокераміка та біокомпозити. Фізико-хімічні основи отримання біоматеріалів неорганічного походження. Кальцію фосфати – основні матеріали в якості імплантатів для кісткової тканини. Будова кістки. Основні вимоги до матеріалів, що використовуються як імплантати. Класифікація і вибір напівпровідників для використання їх в оптикоелектричних матеріалах. Квантово-розмірні ефекти. Области використання. Синтез квантових точок і їх характеризація. Типи магнітних матеріалів. Магнетотверді і магнетом'які матеріали та їх застосування. Особливості синтезу магнітної рідини на основі магнетиту. Магнітні рідини та використання їх у медицині.

Тема 2. Сучасні передові технології для охорони довкілля

Гомогенний та гетерогенний фотокаталіз в водоочищенні. Сутність АОП методів. Переваги та недоліки. Фотокаталітичні матеріали та їх характеристика. Використання фотокаталізаторів в охороні навколишнього середовища та в енергетиці. Механізм гетерогенного фотокаталізу. Особливості фотокаталізу в процесах очищення стічних вод і повітря від органічних полутантів та фотолізу води. Шляхи підвищення ефективності фотокаталітичної активності каталізаторів при використанні видимого спектру світла. Класифікація хімічних сенсорів. Сенсори на основі оксидів металів. Конструкція та принцип дії сенсорів на основі оксиду стануму (IV). Основні характеристики газових сенсорів. Шляхи підвищення сенсорного сигналу та тривалості роботи металоксидних сенсорів.

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 з.в.о. має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова

1. Донцова Т.А. Сучасні проблемні питання хімічної технології неорганічних речовин [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / Т.А. Донцова, І.М. Астрелін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 146 с.
2. Інноваційні неорганічні технології [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Т. А. Донцова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Т. А. Донцова – Електронні текстові дані (1 файл: 11,0 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 291 с.

Додаткова

3. Мельников Б.І. Технологія тонкого неорганічного синтезу [Текст] / Б.І. Мельников. – Дніпропетровськ, 2000. – 150 с.
4. Johari A. Characterization and Ethanol Sensing Properties of Tin Oxide Nanostructures / A. Johari, V. Rana, M. Bhatnagar // Nanomater. nanotechnol. – 2011, Vol. 1. – № 2. – P. 49-54.

Інформаційні ресурси

6. <http://tnr.xtf.kpi.ua/n/dis/suchasni-problemni-pytannya>
7. <http://www.http.com.ua//tnr.xtf.kpi.ua/n/dis/suchasni-problemni-pytannya/suchasni-problemni-pytannya-khtnr-navchalnyy-posibnyk/view>

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з 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. Сучасні передові хімічні технології у промисловості Сучасні методи синтезу новітніх функціональних неорганічних матеріалів. Класифікація і характеристика сучасних неорганічних функціональних матеріалів. Їх особливості та вимоги до них. Области використання. Характеристика методів синтезу. Отримання функціональних матеріалів з рідкої фази: хімічне осадження з водних і неводних розчинів. Синтез матеріалів золь-гель технологією.
2	3 робочий тиждень семестра	Продовження теми 1 – Сутність і фізико-хімічні основи гідротермального і плазмохімічного методів та криохімічної технології. Отримання функціональних матеріалів із газової фази (CVD і PVD методи). Темплатний метод синтезу неорганічних матеріалів. Критерії визначення наноматеріалів: критичний розмір та функціональні властивості. Розмірний ефект. Класифікація наноматеріалів: 0D-, 1D-, 2D-структури.
3	5 робочий тиждень семестра	Продовження теми 1 – Области застосування наноматеріалів. Приклади природних наноматеріалів. Їх особливості. Самоорганізація наноматеріалів. Використання наноматеріалів в медицині, енергетиці, каталізі та охороні навколишнього середовища. Основні фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи дослідження наноматеріалів. Характеризація наноматеріалів за допомогою дифракційних, спектральних, термічних методів та електронної мікроскопії.

4	7 робочий тиждень семестра	Продовження теми 1 – Характеристика біоматеріалів. Взаємодія біоматеріалів зі тканинами. Вимоги до біоматеріалів. Матеріали на основі кальцію фосфатів. Фосфатно-кальцієві цементи. Біокераміка та біокомпозити. Фізико-хімічні основи отримання біоматеріалів неорганічного походження.
5	9 робочий тиждень семестра	Продовження теми 1 – Кальцію фосфати – основні матеріали в якості імплантатів для кісткової тканини. Будова кістки. Основні вимоги до матеріалів, що використовуються як імплантати. Класифікація і вибір напівпровідників для використання їх в оптикоелектричних матеріалах.
6	11 робочий тиждень семестра	Продовження теми 1 – Квантово-розмірні ефекти. Области використання. Синтез квантових точок і їх характеристика. Типи магнітних матеріалів. Магнітотверді і магнітом'які матеріали та їх застосування. Особливості синтезу магнітної рідини на основі магнетиту. Магнітні рідини та використання їх у медицині.
7	13 робочий тиждень семестра	Тема 2. Сучасні передові технології для охорони довкілля Гомогенний та гетерогенний фотокаталіз в водоочищенні. Сутність АОП методів. Переваги та недоліки. Фотокаталітичні матеріали та їх характеристика. Використання фотокаталізаторів в охороні навколишнього середовища та в енергетиці.
8	15 робочий тиждень семестра	Продовження теми 2 – Механізм гетерогенного фотокаталізу. Особливості фотокаталізу в процесах очищення стічних вод і повітря від органічних полутантів та фотолізу води. Шляхи підвищення ефективності фотокаталітичної активності каталізаторів при використанні видимого спектру світла.
9	17 робочий тиждень семестра	Продовження теми 2 – Класифікація хімічних сенсорів. Сенсори на основі оксидів металів. Конструкція та принцип дії сенсорів на основі оксиду стануму (IV). Основні характеристики газових сенсорів. Шляхи підвищення сенсорного сигналу та тривалості роботи металоксидних сенсорів.

Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях, а також придбання практичних навичок за темою освітньої компоненти. Для цього на лабораторних заняттях детально розглядаються сучасні методи створення функціональних матеріалів та вивчаються їх функціональні властивості. Отримані матеріали досліджуються за допомогою різних фізико-хімічних методів – рентгенофазового і рентгеноструктурного аналізів, електронної мікроскопії, термічного аналізу, ІЧ-спектроскопії тощо. Передбачається також самостійна робота з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології». На лабораторних заняттях детально приділяється увага не тільки напрацюванню практичних навичок, але й придбанню досвіду в області наноматеріалів.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Синтез пласких керамічних мембран методом спікання	Формування керамічних мембран. Визначення фазового складу та пористості
2	Очищення природних об'єктів мембранними технологіями	Визначення селективності та параметрів очищення модельних природних водних розчинів

3	Гідротермальний синтез солів оксидів металів	Фізико-хімічні основи гідротермального синтезу. Дослідження пористості отриманих оксидів металів та їх ширини забороненої зони
4	Синтез цинку оксиду та дослідження його оптичних та електричних властивостей	Отримання цинку оксиду методом полімерних прекурсорів. Визначення ширини забороненої зони та провідності
5	Синтез титану (IV) оксиду та дослідження його адсорбційних і фотокаталітичних властивостей	Параметри, що впливають на ефективність фотокаталітичного очищення. Кінетичні закономірності перебігу фотокаталітичної деструкції органічних полютантів
6	Визуалізація та оптимізація молекулярних структур	Визуалізація та оптимізація молекулярних структур в програмі ChemDraw
7	Моделювання кінетики та адсорбції барвників з водних розчинів	Моделі псевдопершого та псевдодругого порядків, дифузійна модель Бойда-Адамсона; моделі адсорбції та термодинамічні аналізу процесу сорбційного вилучення барвників
8	Моделювання кінетики хімічної адсорбції	Моделювання кінетики хімічної адсорбції в програмі KINET
9	Залікове заняття	До відома з.в.о. доводиться кількість балів, яку вони набрали впродовж семестру

6. Самостійна робота з.в.о.

Самостійна робота з.в.о. (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до тестів, підготовку до контрольних заходів з лекційного матеріалу, підготовку до захисту лабораторних робіт, виконання розрахункової роботи, а також, підготовку до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до тестів	9 годин
Підготовка до МКР	4 години
Підготовка до захисту лабораторних робіт	36 годин
Виконання розрахункової роботи	17 годин
Підготовка до екзамену	30 годин

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні роботи – в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та лабораторних 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 практичних та лекційних робіт:

1. До захисту робіт допускаються з.в.о., які правильно виконали 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 захисту робіт 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 освітньої компоненти 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 лабораторних роботах, РР, МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання з освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології»

Рейтинг з.в.о. з освітньої компоненти розраховується виходячи із 100-бальної шкали, рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що з.в.о. отримує за:

- 1) активну участь на всіх лабораторних заняттях;
 - 2) виконання РР;
 - 3) виконання МКР;
 - 4) відповідь на екзамені (письмово).
1. **Лабораторні роботи:**
«відмінно», творче розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом – 3 бали;
«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 2 бали;
«задовільно», активна участь на практичному занятті – 1 бали;
«незадовільно» – 0 балів;
 2. **РР:**
«відмінно», творче розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом – 26-28 балів;
«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 19-25 балів;
«задовільно», активна участь на практичному занятті – 14-18 балів;
«незадовільно» – 0 балів;
 3. **Модульна контрольна робота:**
«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 8 бали;
«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7 бали;
«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 8 балів) – 0 балів.

На екзамені з.в.о. виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання). Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне питання оцінюється у 20 балів. Система оцінювання питань:

- «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.

Максимальна сума балів, яку з.в.о. може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{лб} + r_{рр} + r_{мкр} = 24 + 28 + 8 = 60 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, написання МКР, виконання та захист розрахункової 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 освітньої компоненти

Перелік запитань до МКР та екзамену наведені у Google Classroom «Інноваційні хімічні технології» (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 № 22 від 29.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету² (протокол № 10 від 23.06.2022 р.)

² Методичною радою університету – для загальноуніверситетських освітніх компонент.