



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра технології
неорганічних речовин,
водоочищення та
загальної хімічної
технології

[W_PO_01_24] ІННОВАЦІЙНІ ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	16 - Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 - Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	161Мп ХЕВ+ - Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення (ЄДЕБО id: 58769)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кред. (Лекц. 18 год, Практик. 18 год, Лаб. 36 год, СРС. 78 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська

Програма навчальної дисципліни

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

Викладання здобувачам вищої освіти (з.в.о.) рівня Магістр освітнього компоненту (ОК) «Інноваційні хімічні технології створення новітніх матеріалів» обумовлене необхідністю надати студентам досвід в 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 (**К5**);
- здатність використовувати сучасне спеціальне наукове обладнання та програмне забезпечення при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно-конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії (**К7**);
- Здатність впроваджувати інновації в процеси хімічної галузі з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку (**К8**);
- здатність кваліфіковано використовувати знання хімічної та електрохімічної кінетики у синтезі каталізаторів, наноматеріалів, для створення функціональних покриттів, систем перетворення енергії та в хімічній переробці відходів (**К9**).

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**);
- організувати та проводити синтез каталізаторів/адсорбентів, наноматеріалів, функціональних покриттів/реагентів; створювати системи перетворення енергії та технології хімічної переробки відходів (**ПР9**).

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (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	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 аналізувати та оцінювати відповідну інформацію
Виконання магістерської дисертації	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

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

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Сучасні передові хімічні технології у промисловості

Класифікація і характеристика сучасних неорганічних функціональних матеріалів. Їх особливості та вимоги до них. Області 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. Основні фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи дослідження матеріалів. Характеризація матеріалів за допомогою дифракційних, спектральних, термічних методів та електронної мікроскопії. Приклади сучасних інноваційних технологій у промисловості.

Тема 2. Сучасні передові технології для охорони довкілля

Керамічні мембрани. Порівняння керамічних та полімерних мембран. Особливості синтезу керамічних мембран. 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 студент 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.

3. Інноваційні неорганічні технології. Металоксидні сенсорні системи для моніторингу ґрунтового повітря [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / Т. А. Донцова, О. І. Янушевська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,62 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 92 с.

Додаткова

4. Мельников Б.І. Технологія тонкого неорганічного синтезу [Текст] / Б.І. Мельников. – Дніпропетровськ, 2000. – 150 с.

5. 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 навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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 семестру	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 семестру	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). Темплантний метод синтезу неорганічних матеріалів.
3	5 робочий тиждень семестру	Продовження теми 1 – Основні фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи дослідження матеріалів. Характеризація матеріалів за допомогою дифракційних, спектральних, термічних методів та електронної мікроскопії.
4	7 робочий тиждень семестру	Продовження теми 1 – Приклади сучасних інноваційних технологій у промисловості.
5	9 робочий тиждень семестру	Тема 2. Сучасні передові технології для охорони довкілля Керамічні мембрани. Порівняння керамічних та полімерних мембран.

6	11 робочий тиждень семестру	Продовження теми 2 – Особливості синтезу керамічних мембран.
7	13 робочий тиждень семестру	Продовження теми 2 – 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 семестру	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 семестру	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.

Практичні заняття

Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення даної освітньої компоненти.

№	Дата	Опис заняття
1	1 робочий тиждень семестру	Тема 1. Семінар. Порівняння методів синтезу для створення металоксидних систем.
2	3 робочий тиждень семестру	Продовження теми 1. Семінар. Порівняння методів синтезу полімерних мембран.
3	5 робочий тиждень семестру	Продовження теми 1. Семінар. Порівняння методів синтезу керамічних мембран.
4	7 робочий тиждень семестру	Доповіді за обраними темами.
5	9 робочий тиждень семестру	Доповіді за обраними темами.
6	11 робочий тиждень семестру	Тема 2. Семінар. Аналіз фотокаталітичної активності різних напівпровідників.
7	13 робочий тиждень семестру	Продовження теми 2. Семінар. Перспективи впровадження фотокаталітичних технологій.
8	15 робочий тиждень семестру	Продовження теми 2. Семінар. Порівняння сенсорів різного типу для екологічного моніторингу.
9	17 робочий тиждень семестру	Продовження теми 2. Семінар. Застосування мікро-, ультра- та нанофільтрувальних мембран у водоочищенні.

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 хімічні технології в різних галузях промисловості з метою їх екологізації та знаходження максимально раціонального рішення для створення на їх основі технологій нульового забруднення. Передбачається також самостійна робота з сучасними літературними джерелами (база Скопус). На лабораторних заняттях детально приділяється увага не тільки напрацюванню практичних навичок, але й придбанню теоретичного досвіду в області технологій нульового забруднення.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1-2	Вступне заняття	Проведення інструктажу та розподілення робіт.

3-4	Тема 1. Сучасні передові хімічні технології у промисловості.	Синтез металооксидних систем для використання їх в газових сенсорах.
5-6	Тема 1. Сучасні передові хімічні технології у промисловості.	Синтез полімерних мембран та їх модифікування.
7-8	Тема 1. Сучасні передові хімічні технології у промисловості.	Синтез керамічних мембран на основі природних матеріалів.
9-10	Тема 2. Сучасні передові технології для охорони довкілля.	Моніторинг водних об'єктів на наявність нітратів.
11-12	Тема 2. Сучасні передові технології для охорони довкілля.	Моніторинг водних об'єктів на наявність нітритів та амонію.
13-14	Тема 2. Сучасні передові технології для охорони довкілля.	Створення фотокаталітичних матеріалів.
15-16	Тема 2. Сучасні передові технології для охорони довкілля.	Фотокаталітичне знешкодження органічних поліютантів.
17-18	Залікове заняття	Захист робіт. До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали впродовж семестру.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до контрольних заходів з лекційного матеріалу, підготовку до практичних та лабораторних робіт, виконання домашньої контрольної 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 лекційних занять	6 годин
Підготовка до практичних занять	9 годин
Підготовка до лабораторних занять	19 годин
Підготовка до МКР	4 годин
Виконання ДКР	10 годин
Підготовка до екзамену	30 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- 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»;
- 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.

До захисту лабораторних робіт допускаються студенти, які в повному об'ємі виконали завдання на лабораторних заняттях.

1. Захист відбувається за графіком, який зазначається на першому лабораторному занятті.
2. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

Правила призначення заохочувальних балів:

1. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
2. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з освітньої компоненти нараховується від 1 до 10 заохочувальних балів.

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 та лабораторних роботах, МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабуса.
3. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання з освітнього компоненту «Інноваційні хімічні технології створення новітніх матеріалів»

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

1. активну участь на всіх лабораторних заняттях;
 2. доповідь на практичних заняттях;
 3. виконання МКР;
 4. відповідь на екзамені (письмово).
1. Лабораторні роботи захищаються у вигляді презентації та відповідного звіту:
«відмінно», творче розкриття поставленого завдання на лабораторних роботах, вільне володіння матеріалом – 27-30 балів;
«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 23-26 балів;
«задовільно», активна участь на практичному занятті – 18-22 балів;
«незадовільно» – 0 балів;
 2. Доповідь виконується один раз на семестр на практичних роботах:
«відмінно», творче розкриття теми, вільне володіння матеріалом – 19-20 балів;
«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 15-18 балів;
«задовільно», розкриття матеріалу на достатньому рівні – 12-14 балів;

«незадовільно» – 0 балів;

3. Модульна контрольна робота виконується один раз на семестр на лекційних заняттях:

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

«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 – 6-7 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 8 балів) – 0 балів.

На екзамені студенти виконують письмову семестрову роботу. Кожне завдання містить два кейси з теоретичних запитань та завдань. Кожний кейс 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 студент може набрати впродовж семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{\text{лб}} + r_{\text{рр}} + r_{\text{мкр}} = 30 + 20 + 10 = 60 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування презентації і звіту за лабораторними роботами, виконання доповіді та кількість рейтингових балів не менше ніж 36.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань до МКР та екзамену наведені у Google Classroom «Інноваційні хмічні технології створення новітніх матеріалів» (платформа Sikorsky-distance).

Зарахування окремих результатів, отриманих в межах неформальної освіти, здійснюється згідно Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів попереднього навчання.

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Донцова Т. А.](#);

Ухвалено кафедрою ТНРВ та ЗХТ (протокол № 27 від 24 червня 2024 року)

Погоджено методичною комісією факультету/ІНІ (протокол № 10 від 21 червня 2024 року)