



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



Кафедра технології
неорганічних речовин,
водоочищення та
загальної хімічної
технології

Інноваційні хімічні технології створення новітніх матеріалів

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити навчальної освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G1 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)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>5 кредитів (16 годин лекцій, 28 годин лабораторних робіт, 106 годин – самостійна робота)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР / РР</i>
Розклад занять	<i>Лекції та лабораторні роботи за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор, Донцова Тетяна Анатоліївна, t.dontsova@kpi.ua Лабораторні: к.т.н., доцент, Кирій Світлана Олександрівна, kyrii.svitlana@kpi.ua

Програма освітньої компоненти

1. Опис освітньої компоненти, 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 організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів (ФК02);
- здатність використовувати сучасне спеціальне наукове обладнання та програмне забезпечення при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно-конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії (ФК04);
- Здатність впроваджувати інновації в процеси хімічної галузі з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку (ФК05);

- здатність кваліфіковано використовувати знання хімічної та електрохімічної кінетики у синтезі каталізаторів, наноматеріалів, для створення функціональних покриттів, систем перетворення енергії та в хімічній переробці відходів (ФК06).

З.в.о. рівня Магістр після засвоєння освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології створення новітніх матеріалів» 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 (ПРН06);
- 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 (ПРН07);
- проводити інновації на виробництвах хіміко-технологічного профілю з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку (ПРН08);
- організовувати та проводити синтез каталізаторів/адсорбентів, наноматеріалів, функціональних покриттів/реагентів; створювати системи перетворення енергії та технології хімічної переробки відходів (ПРН09).

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	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

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. 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 кріохімічної 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.

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.

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 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. Області 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 кріохімічної 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	Тема 2 – Сучасні передові технології для охорони довкілля Керамічні мембрани. Порівняння керамічних та полімерних мембран.
5	9 робочий тиждень семестру	Продовження теми 2 – Особливості синтезу керамічних мембран. Синтез керамічних та селективних шарів. Основні параметри, що впливають на властивості селективних шарів.
6	11 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.
7	13 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.
8	15 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.

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 створення новітніх матеріалів». На лабораторних заняттях детально приділяється увага не тільки напрацюванню практичних навичок, але й набуттю досвіду в області наноматеріалів.

№	Тема	Опис запланованої роботи
1	Вступний інструктаж.	Вступне заняття. Техніка безпеки. Підготовка робочих місць.
2	Синтез селективного шару керамічних мембран методом «спін-коатінгу».	Проведення синтезу селективного шару на основі різних металоксидних структур за різних режимів «спін-коатінгу».
3	Розробка індикаторної системи для визначення різних політантів у воді.	Створення індикаторної системи для визначення нітрогеновмісних сполук та важких металів у воді.
4	Синтез гідрогелю для індикаторної системи.	Проведення синтезу гідрогелю для індикаторної системи для створення основи мобільного пристрою індикації політантів у природних водах.
5	Синтез мікрофільтраційних мембран заданих властивостей на основі природної української сировини.	Проведення синтезу мікрофільтраційних мембран на основі природної української сировини для отримання заданих властивостей.
6	Модифікування силікагелю хромогенними групами.	Вивчення процесу модифікування силікагелю хромогенними групами для отримання індикаторних керамічних матриць.
7	Залікове заняття	Захист лабораторного практикуму у вигляді звіту та презентації.

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	8 годин
Підготовка до лабораторних занять	49 годин
Підготовка до МКР	4 годин
Виконання РР	15 годин
Підготовка до екзамену	30 годин
Всього	106 годин

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях хіміко-технологічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні роботи – у лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Виконання лабораторного практикуму та їх захист є обов'язковою складовою допуску до екзамену.

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.

Правила захисту лабораторних робіт:

До захисту лабораторного практикуму допускаються студенти, які в повному об'ємі виконали завдання на лабораторних заняттях. Захист відбувається на останньому лабораторному занятті у вигляді доповіді та презентації. Після перевірки звіту з лабораторних робіт та відповідного захисту викладачем виставляється загальна оцінка і лабораторний практикум вважається захищеним.

Правила призначення заохочувальних балів:

1. За модернізацію лабораторних робіт нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
2. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше ніж 6 балів за семестр (10% від рейтингу в семестрі).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету. <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>, що

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 ОК «Хімічні технології нульового забруднення».

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 силабуса.
3. Семестровий контроль: письмовий екзамен.

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

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

- 1) активну участь на всіх лабораторних заняттях (5 занять);
 - 2) виконання РР;
 - 3) виконання МКР;
 - 4) відповідь на екзамені (письмово).
1. Лабораторні роботи:
«відмінно», активна участь на лабораторних заняттях – 4-3,8 бали;
«добре», зацікавленість у лабораторному занятті – 3,3-3 балів;
«задовільно», пасивна участь на лабораторному занятті – 2,9-2,6 бали;
«незадовільно», відсутність на заняттях – 0 балів.

Захист звіту лабораторних робіт у вигляді звіту та презентації:

- «відмінно», творче розкриття питань, вільне володіння матеріалом – 10 балів;
«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 7,5-9,4 балів;
«задовільно», активна участь при захисті – 6-7,4 балів;
«незадовільно», відсутність на заняттях – 0 балів.

2. РР:

- «відмінно», творче розкриття питань, вільне володіння матеріалом – 15 балів;
«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 12-14 балів;
«задовільно», активна участь на практичному занятті – 9-11 балів;
«незадовільно» – 0 балів;

3. Модульна контрольна робота:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 4 бали;
«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;
«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів.

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

Кожне питання оцінюється у 25 балів. Система оцінювання питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 24–25 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 19 – 23 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 15 – 18 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 50 балів:

$$RC = r_{лб} + r_{рр} + r_{мкр} = 30 + 15 + 5 = 50 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є 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 створення новітніх матеріалів» (платформа Sikorsky-distance).

Приклад запитань до МКР та екзамену

1. Приведіть класифікацію інноваційних (функціональних) матеріалів.
2. Поясніть, як ви розумієте, що таке інновація та інноваційні матеріали?
3. Яким чином можна регулювати функціональні властивості матеріалів?
4. Наведіть сутність та переваги золь-гель технології для отримання функціональних матеріалів.
5. Приведіть функціональну схему золь-гель технології.
6. Охарактеризуйте газофазний і плазмохімічний методи синтезу для отримання матеріалів з заданими властивостями.
7. Надайте характеристику кріохімічній технології та наведіть її принципову схему.
8. Що таке PVD і CVD методи?
9. Приведіть способи реалізації PVD-методу.
10. Наведіть компоненти і процеси «класичної» схеми методу CVD.
11. Які переваги CVD методу перед методом PVD?
12. Що розуміють під темплатним (або матричним) синтезом? Які параметри в цьому синтезі є вирішальними?
13. Приведіть класифікацію методів дослідження, що використовують для дослідження функціональних неорганічних матеріалів.
14. Яку інформацію отримують при дослідженні твердих тіл різними методами дослідження?
15. Яку інформацію отримують при використанні дифракційних методів?
16. На чому засновані спектральні методи аналізу речовин?
17. Яку інформацію можна отримати за допомогою мікроскопічних досліджень?
18. Які властивості речовин визначають за допомогою термічного аналізу?
19. Представте та охарактеризуйте спрощену енергетичну схему кристалу.

20. Наведіть схему електронної структури діелектриків, напівпровідників і металів. Вкажіть основні відмінності між ними.
21. Які типи дефектів можуть виникати у кристалічних тілах?
22. Поясніть утворення дефектів по Френкелю та Шоттки.
23. На які властивості впливають різні типи дефектів?
24. Наведіть визначення сенсорів і їх класифікацію. На яких принципах вони працюють.
25. За якими принципами класифікують хімічні сенсори?
26. Основні структурні елементи типового металоксидного газового датчика і їх коротка характеристика.
27. Приведіть параметри за якими характеризують ефективність роботи газових датчиків на основі оксидів металів.
28. Наведіть механізми, що відбуваються в процесі вимірювання аналіту металоксидними газовими сенсорами.
29. Назвіть та охарактеризуйте фактори, що впливають на чутливість газових металоксидних сенсорів.
30. Наведіть визначення фотокаталізу. Які матеріали розглядають як фотокаталізатори?
31. Приведіть параметри за якими визначають фотокаталітичні властивості фотокаталізаторів.
32. Перелічить стадії фотореакції на напівпровідникових частинках.
33. Приведіть коротко механізм фотокаталізу на напівпровідникових частинках.
34. ФТО водних розчинів і повітря: переваги і недоліки.
35. Наведіть інші (окрім ФТО) використання фотокаталізатору на основі TiO_2 .
36. Приведіть та коротко охарактеризуйте методи інтенсифікації фотокаталітичної активності напівпровідників.
37. Що таке квантові точки? Які вони бувають?
38. Наведіть особливості енергетичного спектру квантових точок.
39. Наведіть практичне використання квантових точок.
40. Чим характеризуються квантові точки?
41. Охарактеризуйте магнітні матеріали та приведіть її класифікацію.
42. Дайте визначення поняттю «домен».
43. Приведіть механізм намагнічування.
44. Наведіть основні методи синтезу магнітної рідини.
45. Приведіть області застосування магнітних матеріалів.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено

Завідувач кафедри ТНР В та ЗХТ, д.т.н., професор

Доцент кафедри ТНР В та ЗХТ, к.т.н.

Донцова Тетяна Анатоліївна

Кирий Світлана Олександрівна

Ухвалено кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол № 26 від 30.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.06.2025 р.)