

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«НАУКОВІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ОТРИМАННЯ КАТАЛІЗАТОРІВ І СОРБЕНТІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ»



Ступінь освіти	магістр
Освітня програма	Хімічні технології та інженерія
Заняття:	2024 – 2025 н. р.
	2 чверть:
Лекції:	3 години
Практичні:	2 години
Лабораторні	1 година
Мова викладання	українська

Кафедра, що викладає Хімії та хімічної інженерії

Викладачі: Олена Юрїївна Свєткіна
д.т.н., професор

Персональна сторінка

<http://chemistry.nmu.org.ua/ua/kafedra>

E-mail:

Svietkina.o.y@nmu.one

1. Анотація до курсу

Дисципліна «**Наукові основи створення технологій отримання каталізаторів і сорбентів нового покоління**» належить до переліку фахових навчальних дисциплін (Ф2) за освітнім рівнем «магістр», що пропонуються для професійної підготовки студентів за освітньою програмою 161 «Хімічні технології та інженерія».

Велике число каталітичних реакцій у хімії та хімічних технологіях, за останніх 50 років каталіз став провідним методом здійснення хімічних реакцій в промисловості. Застосування каталізаторів дозволяє проводити хімічні перетворення з високими швидкостями при невеликих температурах — більшість промислових каталітичних процесів без каталізаторів взагалі не могли б бути реалізованими. Підбираючи каталізатори, можна змінювати напрям хімічних перетворень. Застосування стереоспецифічних каталізаторів дозволяє регулювати і будову кінцевих продуктів, наприклад полімерів.

За допомогою каталізаторів на початку ХХ ст. була вирішена проблема фіксації азоту повітря. Промоутовані залізни і інші каталізатори дозволили здолати хімічну інертність елементарного азоту і здійснити синтез аміаку. Одночасно був розроблений каталітичний метод отримання нітратної кислоти шляхом окислення

аміаку на платинових сітках. На каталітичних реакціях ґрунтуються сучасні методи отримання водню з природного газу.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування компетентностей у здобувачів вищої освіти щодо наукових основ створення технологій отримання каталізаторів і сорбентів нового покоління. Важливе значення надається формуванню сучасного наукового підходу та практичних вмінь і навичок, що дасть змогу застосувати їх у майбутній професійній діяльності.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та вибір змісту навчальної дисципліни за цими критеріями.

Завдання курсу:

- Знати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності які є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.

- Вміти критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій.

- Знати на рівні новітніх досягнень в галузі каталізу та гетерогенно-каталітичних технологій, необхідну інформацію для подальшої дослідницької, проектувальної, експлуатаційної та/або інноваційної діяльності у сфері хімічної технології..

- Вміти моделювати каталітичні системи із заданими властивостями на основі теоретичних і практичних вимог щодо ефективності дії каталізаторів, зокрема їх активності, сорбційної ємності, термостабільності, механічної міцності, характеру пористої структури та фазового складу.

- Вміти створювати майбутньому магістру з хімічної технології встановлювати взаємозв'язок між кінетичними особливостями та механізмом перебігу хімічних реакцій, що сприяє формуванню у здобувачів освіти усвідомлення процесів та чіткого уявлення про об'єкти інженерної діяльності, будови та властивостей речовин.

2. Результати навчання

В освітньо-професійній програмі «Хімічні технології та інженерія» спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія здійснено розподіл результатів навчання (РН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф2 «Наукові основи створення технологій отримання каталізаторів і сорбентів нового покоління» віднесено такі результати навчання:

ПР1	Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій.
ПР2	Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.
ПРС2	Вирішувати актуальні технічні задачі в галузі отримання каталізаторів,

сорбентів нового покоління і нітрогеновмісних органічних та неорганічних речовин, використовуючи сучасні методи досліджень.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

1. Кінетичні моделі хіміко-технологічних процесів (ХТП). Загальні відомості про кінетику та кінетичні моделі. Кінетичні моделі гетерогенних процесів в системі газ-тверде (Г – Т). Кінетичні моделі в системі газ-рідина (Г – Р). Кінетичні моделі газорідинних реакцій. Кінетичні рівняння для різних типів хімічних реакцій різних порядків. Топохімічні реакції.

2. Розвиток каталізу і загальні відомості про каталіз і каталізатори: виникнення і розвиток каталізу; роль і місце каталітичного процесу в технологічній схемі виробництва; гетерогенний каталіз на твердих каталізаторах; каталізатори

3. Сутність технологічних процесів виробництва каталізаторів. Класифікація каталізаторів. Вплив технологічних параметрів на швидкість каталітичних процесів. Вплив хімічного складу і структури каталізаторів на їхні каталітичні властивості. Види каталітичних процесів.

4. Загальні закономірності підбору адсорбентів і каталізаторів. Гетерогенний каталіз на твердих каталізаторах Гетерогенний каталіз на твердих каталізаторах. Механізм гетерогенного каталітичного процесу. Механізм гетерогенного каталітичного процесу. Швидкість гетерогенного каталітичного процесу. Основні показники гетерогенного каталітичного процесу Способи приготування та формування каталізаторних мас. Склад контактних мас. Оптимальна пориста структура каталізаторів. Отруєння каталізаторів. Регенерація контактних мас.

5. Промисловий каталіз: класифікація каталітичних процесів. Вимоги до промислових каталізаторів. Основні типи реакторів. Розробка оптимальної стратегії дослідження хіміко-технологічних систем на основі топологічних моделей та реакторів.

6. Етапи виробництва контактних мас: осаджені контактні маси, технологічна схема отримання. Виробництво алюмосилікатних каталізаторів. Приготування каталізаторів методом плавлення початкових складових. Аналіз роботи каталізаторів і активних сорбентів на стадіях виробництва водню і синтез-газу.

7. Перспективи розвитку технологій виробництва каталізаторів. Оптимізація виробництва залізохромового каталізатора СТК-1. Просочування кераміки в технології каталізаторів щільникової структури. Гідроструйні технології виробництва каталізаторів. Водоструйна різка носіїв каталізаторів. Механохімічна активація каталізаторів струмами рідини високого тиск

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

ПР-1. Кінетика

ПР-2. Розрахунки витратних коефіцієнтів

ПР-3. Розрахунки матеріальних балансів.

ПР-4. Методи визначення активності каталізаторів

ПР-5. Дослідження біокаталітичної активності контактних мас родючих ґрунтів

Лабораторні заняття

ЛР-1. Техніка безпеки при роботі в лабораторії.

ЛР-2. Каталітичне розкладання перекису водню

ЛР-3. Порівняння синтезу гомогенного та гетерогенного каталізатора та визначення розчиненого та загального молібдену.

ЛР-4. Інгібування радикальної та іонної реакцій на прикладі полімеризації стиролу

ЛР-5. Методи визначення активності каталізаторів

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного завдання. Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання та захисту лабораторних робіт.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за темою лекцій	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів виконання ККР під час іспиту за бажанням здобувача вищої освіти
лабораторні	перевірка та захист	виконання лабораторних робіт		
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційних рівнів НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційних рівнів НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних, практичних і лабораторних занять в якості критерію використовується

коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де а – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показники оцінки
Знання		
- спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: 1. спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; 2. критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
Уміння/навички		
- спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою	Відповідь характеризує уміння: 3. виявляти проблеми; 4. формулювати гіпотези; 5. розв'язувати проблеми; 6. оновлювати знання; 7. інтегрувати знання; 8. провадити інноваційну діяльність; 9. провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не	90-94

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показники оцінки
розвитку нових знань та процедур; - здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах; - здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	грубими помилками	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
- зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> 10. послідовний і несуперечливий розвиток думки; 11. наявність логічних власних суджень; 12. доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; 13. правильна структура відповіді (доповіді); 14. правильність відповідей на запитання; 15. доречна техніка відповідей на запитання; 16. здатність робити висновки та формулювати пропозиції; 17. використання іноземних мов у професійній діяльності	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна	80-84

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показники оцінки
	комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<p>- управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів;</p> <p>- відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів;</p> <p>- здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії</p>	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <p>18. використання принципів та методів організації діяльності команди;</p> <p>19. ефективний розподіл повноважень в структурі команди;</p> <p>20. підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини);</p> <p>21. стресовитривалість;</p> <p>22. саморегуляція;</p> <p>23. трудова активність в екстремальних ситуаціях;</p> <p>24. високий рівень особистого ставлення до справи;</p> <p>25. володіння всіма видами навчальної діяльності;</p> <p>26. належний рівень фундаментальних знань;</p> <p>27. належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок</p>	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість	65-69

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показники оцінки
	вимог)	
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Використовуються лабораторне та мультимедійне обладнання.

Дистанційна платформа Moodle. Дистанційна платформа Microsoft Teams.

Технічні засоби навчання:

- Технічні та аналітичні ваги;
- Потенціометр - рН-метр (рН-150 МИ; рН-673-М);
- Колориметр фотоелектричний концентраційний (КФК-2МП);
- Кондуктометр (N-5721);

- Перемішувач магнітний ММ-2;
- Муфельна піч;
- Сушильна шафа;
- Газо-рідинний хроматограф;
- Електрична піч;
- Набір ареометрів;
- Лабораторний посуд та реактиви для виконання лабораторних робіт.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

8.1 Базові

1. Черненко Я. М. Каталізатори та сорбенти : навч. посібник / Я. М. Черненко, М. Д. Волошин, Л. П. Ларичева. — Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 317 с.

2. Спецрозділи загальної хімічної технології. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, Т.І. Обушенко, М.І. Літинська; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Електронні текстові дані (1 файл: 3,10 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 165 с

3. Спецрозділи загальної хімічної технології. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, Т.І. Обушенко, М.І. Літинська; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Електронні текстові дані (1 файл: 0,78 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 50 с.

4. Пінчук С.І. Хімія твердого тіла (короткий курс) : підручник / С.І. Пінчук, О.Е. Чигиринець. – Київ : Видавничий дім АртЕк, 2018. – 124 с.

5. Пахолук А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали : посібник / А.П. Пахолук, О.А. Пахолук. – Львів : Світ, 2005. – 172 с.

6. Черненко Я.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Каталізатори та сорбенти» для студентів спеціальності 8.05130101 Хімічна технологія неорганічних речовин / Я.М. Черненко – Дніпродзержинськ, ДДТУ. 2012. – 29 с.

7. Семенишин Д.І. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу: навч. посіб. / Д.І. Семенишин, М.М. Ларук; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів : Львівська політехніка, 2015. – 148 с.

8. Фізична хімія : навч. посіб. / В.В. Кочубей, Н.О. Бутиліна, П.І. Топільницький, Ю.А. Раєвський; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів : Львівська політехніка, 2008. – 112 с.

9. Загальна хімічна технологія : підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – 3-тє вид., доп. та доопр. – Львів : Львівська політехніка, 2015. – 148 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://zakon4.rada.gov.ua> Офіційний сайт Верховної Ради України
1. <http://www.mon.gov.ua> Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України
1. <http://www.menr.gov.ua> Офіційний сайт Міністерства екології та природних ресурсів України
2. <http://www.docload.ru> Безкоштовна бібліотека стандартів та нормативів
3. www.irbis-nbuv.gov.ua Наукова періодика України. Бібліотека ім. В. Вернадського
4. <http://eco-profi.info> Информационный ресурс, посвященный отходам производства и потребления
5. <http://sop.org.ua> Служба охорони природи – Інформаційний центр
6. <http://env.teset.sumdu.edu.ua> Науковий центр прикладних екологічних досліджень
7. Електронні інформаційні ресурси – сайти: кафедри хімії НТУ «Дніпровська політехніка:
<http://chemistry-chemists.com>
<http://himik.nmu.org.ua/ua/>