


**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Хімічний факультет**  
Кафедра фізичної хімії

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана/директора  
з навчальної роботи  
Павленко В.О.



“8” 05. 2019 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**КАТАЛІЗ МЕТАЛОКОМПЛЕКСАМИ**

для студентів

галузі знань **10 Природничі науки**  
спеціальність **102 Хімія**  
освітній рівень **“бакалавр”**  
освітня програма **Хімія**  
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**  
Навчальний рік **2019/2020**  
Семестр **VII**  
(VII семестр програми підготовки за ОР  
«бакалавр»)  
Кількість кредитів ECTS **4 кредити**  
Мова викладання, навчання та оцінювання  
**українська**  
Форма заключного контролю **іспит**

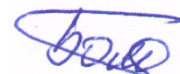
Викладач (лектор): **Болдирєва Ольга Юріївна**

Пролонговано: на **2020/2021** н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_р.

на **2021/2022** н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_р.

**КИЇВ – 2019**

Розробник: Болдирєва Ольга Юрїївна, доц., к.х.н., доц.



ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізичної хімії



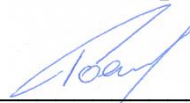
(Фрицький І.О.)

Протокол №7 від 09.04.2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол №4 від 08.05.2019 року

Голова науково-методичної комісії



(Роїк О.С.)

Протокол від 2020 року

Голова науково-методичної комісії

(Роїк О.С.)

**1. Мета дисципліни** – надання студентам теоретичних основ каталізу комплексами перехідних металів з метою їх подальшого застосування на практиці

**2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:**

- 1. Володіти базовими знаннями загальної хімії.*
- 2. Знати програмний матеріал базового курсу фізичної хімії на рівні бакалаврату.*
- 3. Знати програмний матеріал базового курсу органічної хімії на рівні бакалаврату*
- 4. Володіти основами математичних знань, включаючи інтегрування та диференціювання на рівні бакалаврату.*

**1. 3. Анотація навчальної дисципліни.** В рамках курсу «Каталіз металокомплексами» розглядаються теоретичні основи гомогенного та гетерогенного каталізу металокомплексами; механізми каталітичної дії металокомплексів; застосування металокомплексних сполук на практиці у гомогенних реакціях. Розглянуті гетерогенізовані металокомплекси, а також властивості найбільш вживаних носіїв, наводяться методи гетерогенізації комплексів перехідних металів на поверхні носіїв різної природи.

**4. Завдання:** – розвиток теоретичних уявлень студентів про металокомплексний каталіз, застосування комплексів перехідних металів в якості каталізаторів для різних хімічних реакцій, сформувані у студентів основні навички та вміння для проведення каталітичних експериментів.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль (активність під час практичних ПтК-1 і лабораторних робіт ПтК-2 та контроль самостійної роботи ПтК-3), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
<b>1. Знання</b>				
1.1	Знати термінологію та типи систем, що застосовується в каталітичній хімії.	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
1.2	Знати основи кінетики каталітичних процесів	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.3	Знати основні типи реакцій, що прискорюються металокомплексними сполуками	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
1.4	Знати основи планування та проведення хімічних експериментів, методики та техніки приготування каталізаторів	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
<b>2. Вміння</b>				
2.1	Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою одержання каталітичних даних.	Лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.2	Планувати та здійснювати каталітичні експерименти.	Лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.3	Використовувати набуті знання та вміння для визначення каталітичних властивостей гетерогенних каталізаторів.	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10

<b>2.4</b>	Вміти працювати самостійно або в групі, отримувати результат у межах обмеженого часу.	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
<b>3. Комунікація</b>				
<b>3.1</b>	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі каталітичної хімії	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
<b>3.2</b>	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
<b>4. Автономність та відповідальність</b>				
<b>4.1</b>	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
<b>4.2</b>	Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):**

ПРН	РНД (код)													
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2		
<b>Знання</b> Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань	+	+	+	+										
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії			+	+										
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символному вигляді	+													
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики			+	+										
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів.				+	+									
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування каталізаторів, розчинів та реагентів.				+		+								
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач.		+												
<b>Уміння</b> Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї					+	+	+							

ПРН	РНД (код)												
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей					+								
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.						+	+	+					
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.				+	+		+	+					
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.					+	+							
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+	+											
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.		+					+						
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.					+	+							

ПРН	РНД (код)												
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.		+						+					
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.								+					
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.					+			+					
<b>Комунікація</b> Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.									+				
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.										+			
Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.									+				
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.									+				
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.										+	+		
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.											+		



ПРН	РНД (код)												
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	
<b>Автономія та відповідальність</b> Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.												+	+
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.												+	
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.												+	+
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.													+

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

- 1.1. активність під час практичного заняття;
- 1.2. виконання домашньої самостійної роботи;
- 1.3. написання модульної контрольної роботи.

- підсумкове оцінювання іспит.

7.2. Організація оцінювання (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

### 7 семестр

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Підсумковий контроль (іспит)	
	Min. – 17 балів	Max. – 30 балів	Min. – 18 балів	Max. – 30 балів	Min. – 24 бали	Max. – 40 балів
Виконання домашньої самостійної роботи	3	6	5	8		
Доповнення	2	4	2	4		
Практична робота 1	6	10				

Практична робота 2			5	8		
Модульна контрольна робота 1	6	10				
Модульна контрольна робота 2			6	10		
Підсумковий контроль (іспит)					24	40

**7 семестр**

	<b>Змістовий модуль 1</b>	<b>Змістовий модуль 2</b>	<b>Іспит</b>	<b>Разом</b>
<i>Max. балів</i>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>
<i>Min. балів*</i>	17	18	<b>24</b>	60

\* рекомендований мінімум

*До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Каталіз металокомплексами" (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, виконання експериментальних лабораторних робіт), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі отримав за змістові модуля сумарну оцінку в балах не менше 36 балів (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).*

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум для заліку або критично-розрахунковий мінімум для допуску до іспиту допускається написання реферату за темами доповіді чи самостійної роботи, за які отримана незадовільна оцінка, або перескладання колоквиуму чи МКР, за які отримана незадовільна оцінка, з дозволу деканату (за наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно підготуватися до доповіді / колоквиуму / МКР).

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до "Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу" від 1 жовтня 2010 року.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Шкала відповідності (за умови заліку)  
умови іспиту)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою
90 – 100	<b>зараховано / passed</b>
85 – 89	
75 – 84	
65 – 74	
60 – 64	
1 – 59	<b>не зараховано / fail</b>

Шкала відповідності (за

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	<b>відмінно / excellent</b>
85 – 89	4	<b>добре / good</b>
75 – 84		
65 – 74	3	<b>задовільно / satisfactory</b>
60 – 64		
0 – 59	2	<b>не задовільно / fail</b>

### 8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій, практичних і лабораторних занять

#### 7 СЕМЕСТР

№ те- ми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	прак- тичні	С/Р
<b>Змістовий модуль 1. Каталіз гомогенними металокомплексами</b>				
1	Вступ. Визначення явища каталізу і каталізатора. Класифікація каталітичних процесів. Основні положення металокомплексного каталізу.	2		5
2	Основні положення металокомплексного каталізу. Гомогенний каталіз комплексами.	2	1	6
3	Механізм каталітичної дії комплексів перехідних металів.	2		5
4	Гомогенні каталітичні системи в дії. каталітичні системи в дії. Гідрування. Карбонілювання. Гідроформілювання	2		6
5	Гомогенні каталітичні системи в дії. Ізомеризація. Полімеризація.	2		6
6	Гомогенні каталітичні системи в дії. Окиснення.	2		6
7	Гомогенні каталітичні системи в дії. Метатезис олефінів	2		6

	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1		
	<i>Всього</i>	15	1	40
<b><i>Змістовий модуль 2. Каталіз гетерогенізованими металокомплексами</i></b>				
8	Сучасні уявлення про природу прискорюючої дії в гетерогенному каталізі	1		4
9	Каталіз закріпленими металокомплексами. Закріплені на поверхні металокомплексні каталізатори	2		6
10	Закріплення металокомплексів на поверхні органічних та неорганічних носії	2		6
11	Типи закріплених на поверхні металокомплексів. Моноядерні, біядерні та кластерні закріплені комплекси.	1		5
12	Кінетика гетерогенно-каталітичних реакцій на ідеальній поверхні. Дисипативні структури в каталізі.	2		6
13	Гетерогенні каталітичні системи в дії. Реакція окиснення водню.	2	7	6
14	Гетерогенні каталітичні системи в дії. Реакція глибокого окиснення метану	2	7	4
	<i>Модульна контрольна робота 3</i>	1		
	<i>Всього</i>	13	14	37
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>77</b>

Загальний обсяг **120 год.**, у тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Лабораторних – **14 год.**

Практичних – **1 год.**

Самостійна робота – **77 год.**

Рекомендована література:

**Основна:**

1. Ермаков Ю.И., Захаров В.А. Кузнецова Б.Н. Закрепленные комплексы на окисных носителях в катализе. – Новосибирск: Наука. 1980. – 248 с.
2. Лисичкин Г. В., Юффа А. Я. Гетерогенные металлокомплексные катализаторы. – М.: Химия, 1981. – 160 с.
3. Хартли Ф. Закрепленные металлокомплексы: новое поколение катализаторов. – М.: Мир, 1989. – 360 с.
4. Мастерс К. Гомогенный катализ переходными металлами. — М.: Мир. 1983. – 304 с.
5. Хенрици-Оливэ Г., Оливэ С. Координация и катализ. – М.: Мир, 1984. – 289 с.
6. Ройтер В.А., Голодец Г.И. Введение в теорию гетерогенного катализа / Ройтер В.А., Голодец Г.И. – М., Химия, 1971. – 215 с.
7. Голодец Г.И. Гетерогенно-каталитические реакции с участием молекулярного кислорода / Голодец Г.И. – К. Наукова думка, 1977. – 258 с.

**Додаткова:**

1. Крылов, О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов/О.В. Крылов – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 679 с.
2. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика. – Долгопрудный: ИД «Интеллект». 2010. – 599 с.
3. Киперман С.Л. Введение в кинетику гетерогенно-каталитических реакций. – М. Наука, 1964. – 359 с.