

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ХІМІЧНОЇ КІНЕТИКИ»



Ступінь освіти	<u>Другий (магістерський)</u>
Освітня програма	<u>Хімічні технології та інженерія</u>
Тривалість викладання	<u>10-й семестр (19, 20 чверті)</u>
Заняття:	<u>Весняний семестр</u>
лекції:	<u>2 години</u>
Практичні заняття:	<u>3 години</u>
Мова викладання	<u>українська</u>

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»:

Кафедра, що викладає Хімії та хімічної інженерії



**Викладач:**  
**Светкіна Олена Юріївна**  
Зав.каф. хімії, кандидат хімічних наук, доктор технічних наук («Хімічні технології та інженерія»), доцент

**Персональна сторінка**  
[https://himik.nmu.org.ua/ua/about\\_dep/sostav\\_cafedra.php](https://himik.nmu.org.ua/ua/about_dep/sostav_cafedra.php)  
**E-mail:**  
[Svietkina.o.y@nmu.one](mailto:Svietkina.o.y@nmu.one)

### 1. Анотація до курсу

«Експериментальні методи хімічної кінетики» являє собою короткий виклад низки хімічних та фізичних методів дослідження, які широко застосовуються при вивченні механізму хімічних реакцій та удосконалення технологічних схем. Це дисципліна про методи дослідження хімічної кінетики, яка дедалі більше перетворюється на наукову основу найважливіших хіміко-технологічних процесів. Від рівня фізико-хімічного контролю, оснащеності лабораторій приладами, методами та реагентами залежить розвиток багатьох підприємств і науки. Науковою основою хімічного аналізу є аналітична хімія, яка протягом сторіч була основною частиною хімії.

В останні роки для вивчення хімічної кінетики стали широко застосовуватися радіоспектроскопічні методи і, насамперед, електронний парамагнітний резонанс (ЕПР) та ядерний магнітний резонанс (ЯМР). Удосконалено апаратуру та отримали подальші такі класичні методи дослідження, як ультрафіолетова та інфрачервона спектроскопії. Важливу інформацію щодо механізму хімічних перетворень можна отримати при вивченні впливу на процес світла, квантових генераторів та ультразвуку.

Опанування теоретичних і практичних основ будови та властивостей речовин у твердому стані дозволить встановлювати взаємозв'язок між особливостями структур твердих тіл та їх властивостями, характером перебігу хімічних реакцій за їх участю. Така компетентність сприяє формуванню і розвитку в здобувачів освіти здатності успішно здійснювати хімічний синтез матеріалів, необхідних для вдосконалення сучасних і створення новітніх технологій як в Україні, так на світового ринку.

## **2. Мета та завдання курсу**

**Мета дисципліни** – Мета дисципліни – формування компетентностей для оволодіння необхідними теоретичними та практичними знаннями в галузі експериментальних методів дослідження хімічної кінетики для встановлення детального механізму складних хіміко-технологічних процесів.

### **Завдання курсу:**

- застосовувати основні методи дослідження для встановлення швидкості хімічної реакції, встановлення механізму хіміко-технологічного процесу;
- здійснювати обґрунтований вибір методів досліджень хімічної кінетики;
- аналізувати поведінку реагуючих речовин для визначення механізму хімічних процесів; а також правильно вибирати методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей речовин;
- розуміти основні класифікації методів аналізу речовин, які використовують для дослідження кінетики та механізму хіміко-технологічних процесів які використовують для дослідження кінетики та механізму хіміко-технологічних процесів;
- Вміти аналізувати та інтерпретувати отримані дані для встановлення механізму хімічного процесу.

## **3. Результати навчання**

Вміти застосовувати основні методи дослідження для встановлення швидкості хімічної реакції, встановлення механізму хіміко-технологічного процесу; здійснювати обґрунтований вибір методів досліджень хімічної кінетики; оцінювати поведінку реагуючих речовин для визначення механізму хімічних процесів; а також правильно вибирати методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей речовин; знати основні класифікації методів аналізу речовин, які використовують для дослідження кінетики та механізму хіміко-технологічних процесів які використовують для дослідження кінетики та механізму хіміко-технологічних процесів; вміти аналізувати та інтерпретувати отримані дані для встановлення механізму хімічного процесу.

## **4. Структура курсу**

### **ЛЕКЦІЇ**

1. Організація роботи сучасної лабораторії з дослідження матеріалів. Стратегія

проведення фізичних, фізико-хімічних та хімічних досліджень матеріалів

2. Формально-кінетична класифікація. Вивчення механізму складних реакцій. Вивчення структурно-кінетичних закономірностей. Вплив середовища на швидкість хімічних реакцій.

3. Вивчення елементарних актів хімічних реакцій Теорія зіткнень. Теорія абсолютних швидкостей

4. Напівемпіричні методи розрахунку кінетичних характеристик. Основи моделювання хімічних процесів. Типові завдання, які вирішуються математичним моделюванням

5. Молекулярна абсорбційна спектроскопія в ультрафіолетовій ділянці спектру. Одержання електронного спектра поглинання сполуки Основи якісного та кількісного спектрофотометричного аналізу. Основні пристрої спектрофотометрів у видимій та ультрафіолетовій областях спектра. Детектори світлової енергії. Принцип роботи. Принципові схеми спектрофотометра СФ-46, фотоколориметрів КФК-2, КФК-3 та послідовність роботи на них під час вимірювання аналітичного сигналу

6. Молекулярна флуоресцентна спектроскопія. Теорія методу та практичне застосування. Атомна спектроскопія. Основи методу. Основи атомно-абсорбційного методу. Основи атомно-емісійного методу. Атомні спектри та спектральні лінії. Якісний і кількісний емісійний спектральний аналіз

7. Основи атомно-абсорбційного методу. Основи атомно-емісійного методу. Атомні спектри та спектральні лінії. Якісний і кількісний емісійний спектральний аналіз

8. Хроматографічні методи аналізу. Газорідинна хроматографія. Високоєфективна рідинна хроматографія. Інші різновиди хроматографічних методів Поняття про хроматографію (М.С.Цвет). Класифікація хроматографічних методів за технікою виконання і за механізмом процесу

9. Електронний парамагнітний резонанс.

10. Ядерний магнітний резонанс.

## ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

**ЛР-1** – Потенціометричне вивчення кінетики при фіксованому значенні рН середовища.

**ЛР-2** – Фотоколориметричне визначення вмісту феруму (II) і феруму (III) в розчині:

– Побудова калібрувальних кривих

– Визначення вмісту феруму (III)

– Визначення вмісту суми феруму (II) і феруму (III).

**ЛР-3** – рН-метричне визначення вмісту сульфатної кислоти в розчині:

– Налаштування рН-метру за допомогою двох буферних розчинів

– Титрування сульфатної кислоти лугом.

**ЛР-4**– Визначення вмісту сильної кислоти методом кондуктометричного титрування.

## ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

**ПР-1** - Складання структурної схеми.

**ПР-2** – Розрахунок кінетичних кривих

**ПР-3** - Визначення констант швидкостей реакцій

**ПР-4** - Визначення механізму хімічної реакції

**ПР-5** -Хроматографічне поділ. Обробка хроматограм

**ПР-6** - Визначення констант іонізації

### 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
ПРНЗ-1.2, 1,3 ЛР-1	Потенціометричне визначення вмісту $Fe^{2+}$ в розчині..	– рН-метр (рН-150 МИ; рН-673-М); електроди
ЛР-2	рН-метричне визначення вмісту сульфатної кислоти в розчині: – Налаштування рН-метра за допомогою двох буферних розчинів – Титрування сульфатної кислоти лугом	– рН-метр (рН-150 МИ; рН-673-М);
ЛР-1	Визначення вмісту сильної кислоти методом кондуктометричного титрування	– Кондуктомер (N-5721) Дистильована вода Набір реактивів (розчинів)
ЛР-2	Визначення вмісту $H_2SO_4$ і $NiSO_4$ в суміші методом кондуктометричного титрування	– Кондуктомер (N-5721) Дистильована вода Набір реактивів (розчинів)
ЛР-3	Визначення вмісту $HCl$ і $H_3BO_3$ в суміші з використанням двох методів аналізу	– Кондуктомер (N-5721) Дистильована вода Набір реактивів (розчинів)
ЛР-5	Фотоколориметричне визначення вмісту феруму (II) і феруму (III) в розчині: – Побудова калібрувальних кривих – Визначення вмісту феруму (III) – Визначення вмісту суми феруму (II) і феруму (III)	– Колориметр фотоелектричний концентраційний (КФК-2МП);

#### Теми для самостійної роботи і виконання індивідуальних завдань:

Основні завдання для самостійної роботи такі:

1) попереднє опрацювання інформаційного забезпечення за кожним модулем (темою);

- 2) підготовка до поточного контролю – розв’язання завдань самоконтролю за кожною темою;
- 3) виконання;
- 4) підготовка до захисту індивідуального завдання;
- 5) підготовка до підсумкового контролю.

### **Теми індивідуального завдання**

1. Класифікація та застосування фізико-хімічних методів аналізу. Електрохімічні методи аналізу. Зв’язок між питомою та еквівалентною електропровідністю розчинів. Кондуктометрія. Кондуктометричне титрування. Кондуктометричне титрування суміші сильної та слабкої кислот

2. Рівноважні електрохімічні методи. Основні положення потенціометрії. Рівняння Нернста. Вплив різних чинників на величину рівноважного потенціалу. Потенціометричне вимірювання рН розчину

3. Йонселективні електроди. Хімічні сенсори для контролю об’єктів зовнішнього середовища та біорідин.

4. Титрування з використанням рівноважних електрохімічних методів. Потенціометричне визначення концентрації речовин.

5. Нерівноважні методи електрохімічного аналізу. Кулонометрія. Кулонометричне титрування. Електроліз. Електрогравиметрія. Практичне застосування кулонометрії та електролізу.

6. Вольтамперометричні методи. Полярографія. Якісний і кількісний полярографічний аналіз.

7. Спеціальні вольтамперометричні методи. Методи з швидкою розгорткою потенціалу. Імпульсні методи. Змінно-токові методи. Інверсійні методи. Амперометрія та амперметричне титрування.

8. Спектрохімічні методи аналізу та їх класифікація. Електромагнітний спектр. Абсорбція випромінювання. Емісія випромінювання. Основні об’єкти аналізу.

9. Молекулярна абсорбційна спектроскопія. Основний закон світлоблання (закон Бугера–Ламберта–Бера) його математичний і графічний вираз. Правило адитивності оптичних густин. Способи знаходження концентрацій в спектральних методах аналізу. Відхилення від основного закону світлопоглинання. Метрологічні характеристики фотометричного методу.

10. Молекулярна абсорбційна спектроскопія в ультрафіолетовій ділянці спектру. Одержання електронного спектра поглинання сполуки.

11. Молекулярна абсорбційна спектроскопія у видимій ділянці спектру. Фотометрія. Фотометричне визначення Феруму з сульфосаліциловою кислотою з побудовою градуйованого графіка.

12. Різновиди молекулярної спектроскопії. Нефелометрія і турбідиметрія. Екстракційно-фотометричний метод. Екстракційно-фотометричне визначення Нікелю за допомогою диметилглюксиму з визначенням концентрації методом стандарту.

13. Молекулярна флуоресцентна спектроскопія. Теорія методу та практичне застосування. Атомна спектроскопія. Основи методу. Основи атомно-абсорбційного методу. Основи атомно-емісійного методу. Атомні спектри та спектральні лінії. Якісний і кількісний емісійний спектральний аналіз.

14. Рефрактометричні методи аналізу. Показник заломлення. Рефрактометричні дослідження електричних, термічних та інших властивостей речовин. Поляриметрія.

15. Основні засади та поняття кінетичних методів аналізу. Чутливість та тенденції розвитку кінетичних методів аналізу

16. Хроматографічні методи аналізу. Газорідинна хроматографія. Високоєфективна рідинна хроматографія. Інші різновиди хроматографічних методів.

## 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти** за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
0-59	незадовільно

**6.2.** Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Лабораторна частина		Бонус	Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні		
50	42	28	4	<b>100</b>

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі контрольної роботи, яка містить 14 питань, з яких 10 – тести (1 правильна відповідь), 4 задачі; індивідуальне завдання у вигляді написання реферату (самостійна робота за означеною темою).

Лабораторні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи.

### 6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

**10 тестових завдань** з чотирма варіантами відповідей, **1** правильна відповідь оцінюється у **2 бали (разом 20 балів)**. Опитування за тестом проводиться з використанням технології Microsoft Forms Office 365.

Задачі наводяться також у системі Microsoft Forms Office 365. Вирішена на папері задача сканується (фотографується) та відсилається на електронну пошту викладача впродовж часу, відведеного на задачу теоретичної частини. Несвоєчасно вислана відповідь враховується такою, що не здана.

Правильно вирішена **задача** оцінюється в 5 балів, причому:

- **5 балів** – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- **4 бали** – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- **3 бали** – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;

- **2 бали** – присутні суттєві помилки у рішенні;
- **1 бал** – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- **0 балів** – рішення не наведене.

Рівні оцінювання написання та захисту реферату:

- **10 балів** виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання та вміння для виконання повного обсягу завдань, передбачених темою реферату, а також знання матеріалу означеної теми на рівні його творчого використання.
- **8 балів** виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання, передбачені темою реферату, на рівні аналогічного відтворення.
- **5 балів** виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання, передбачені темою реферату, на рівні репродуктивного відтворення.
- **0 балів** виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив серйозні пробіли в знаннях основного матеріалу, допустив принципові помилки при виконанні лабораторної роботи на рівні, нижчому від репродуктивного відтворення.

#### **6.4. Критерії оцінювання лабораторної роботи**

З кожної лабораторної роботи здобувач вищої освіти отримує 7 запитань з переліку контрольних запитань. Кількість вірних відповідей визначають кількість отриманих балів.

### **7. Політика курсу**

#### **7.1. Політика щодо академічної доброчесності**

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". [http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf).

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

#### **7.2. Комунікативна політика**

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

### **7.3. Політика щодо перескладання**

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

### **7.4 Політика щодо оскарження оцінювання**

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

### **7.5. Відвідування занять**

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

### **7.6. Бонуси**

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни «Хімія твердого тіла і технологія його формування». За участь у анкетуванні здобувач вищої освіти отримує **4 бали**.



## 8 Рекомендовані джерела інформації

### Базові

- 1) Ларук М. М Інструментальні методи аналізу: навч. посібн. / М. М. Ларук, П. Й. Шаповал, Р. Р. Гумінілович. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 216 с.
- 2) Семенишин Д. І.. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу: навч. посібн. / Д. І. Семенишин, М. М. Ларук; Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 148с
- 3) Зінчук В.К. Фізико-хімічні методи аналізу: навч. посібн. / В.К. Зінчук, Г.Д. Левицька, Л.О. Дубенська – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2008 – 363 с.

### Допоміжна література

При вивченні курсу «Фізико-хімічні методи аналізу», за рахунок використання локальних та глобальної комп'ютерних мереж, студенти користуються наступними інформаційними ресурсами та базами знань:

1. <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>  
Електронна бібліотека з хімії (Журнали, бази даних, книги, підручники та ін.)
- 2 <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/10.htm>  
Сайт надає безкоштовний доступ до повнотекстових журналів з хімії.
3. <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/>  
Бази даних містять інформацію з 350 000 хімічних сполук, 56 000 з яких – із структурним зображенням (англ.).
4. [www.openj-gate.com](http://www.openj-gate.com)  
Відкритий доступ до більш, ніж 3000 журналів з хімії (англ.)
5. Електронні інформаційні ресурси – сайти: кафедри хімії НТУ «Дніпровська політехніка»:  
<http://chemistry-chemists.com>  
<http://himik.nmu.org.ua/ua/>  
<http://fit.nmu.org.ua/ua/>