

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра неорганічної хімії



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ
для здобувачів освіти**

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни

**10 Природничі науки
102 Хімія
магістр
Хімія
вибіркова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: професор, ЛАМПЕКА Р.Д., доцент, ТЕРЕБІЛЕНКО К.В.,
доцент, Губіна К.Є., доцент, ФЕСИЧ І.В.

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

Розробники: Лампека Ростислав Дмитрович, д.х.н., професор, професор кафедри неорганічної хімії,
Теребіленко Катерина Володимирівна, д.х.н., доцент, доцент кафедри неорганічної хімії,
Губіна Катерина Євгенівна, к.х.н., доцент, доцент кафедри неорганічної хімії,
Фесич Ігор Володимирович, к.х.н., доцент, доцент кафедри неорганічної хімії.

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. завідувача кафедри неорганічної хімії



Ростислав ЛАМПЕКА

Протокол № 11 від « 11 » травня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від «29» червня 2022 року № 7

Голова науково-методичної комісії



Олександр ПОЇК

« 30 » червня 2022 року

1. **Метою навчальної дисципліни «Сучасні методи дослідження природних об'єктів»** є засвоєння студентами теоретичних основ та отримання практичних навичок при ідентифікації, дослідженні будови і властивостей об'єктів, що відносяться до навколишнього середовища за допомогою сучасних підходів спектроскопії ядерного магнітного резонансу у розчинах та твердому стані, рентгенівських методів та термічного аналізу.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

- 2.1. Знати основи спектроскопії ЯМР високого розділення, вміти інтерпретувати одновимірні спектри ЯМР органічних та неорганічних сполук.
- 2.2. Знати особливості взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною.
- 2.3. Знати особливості кристалічного стану речовини, основи кристалографії, симетрії кристалів та теоретичні основи дифракційних методів дослідження фазового складу, структури кристалічних сполук.
- 2.4. Знати теоретичні основи атомно-абсорбційного аналізу, вміти оцінювати достовірність результатів аналізу та інтерпретувати отримані данні.
- 2.5. Мати базові знання з основ термохімії, загальні поняття та величини хімічної термодинаміки та кінетики.

3. Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Сучасні методи дослідження природних об'єктів» дозволяє зрозуміти і визначитися з вибором сучасних підходів до вирішення питань, що стосуються вивчення природних об'єктів в тому числі в ракурсі екологічних проблем. Розглядаються приклади використання ЯМР спектроскопії при вивченні водних, систем, ґрунтів, мінералів, деяких с/г продуктів. Використання методу рентгенфлюоресцентного методу визначення екотоксикантів проб води і ґрунтів розкрито з урахування особливості пробопідготовки природних об'єктів та виготовлення оптимальних зразків порівняння для використання методу зовнішнього стандарту.

Обговорюються можливості застосування методу порошкової рентгенівської дифракції для встановлення хімічного складу природної мінеральної сировини, продуктів переробки відходів, дослідження їх кристалічної структури, розмірів областей когерентного розсіювання (ОКР) та дефектів кристалічної будови.

Використання методу атомно-абсорбційного аналізу та атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою для оцінювання рівня токсичних забруднювачів в об'єктах оточуючого середовища. Наводяться основні теоретичні та практичні аспекти використання диференціального термічного аналізу в поєднанні з термогравиметрією (ДТА/ТГ аналізу) для дослідження твердих побутових та промислових відходів, вивчення оптимальних умов їх термодеструкції та утилізації.

4. Завдання (навчальні цілі):

Опанувавши курс, студент повинен знати:

- підходи та принципи застосування ЯМР спектроскопії, рентгенівських, атомно-абсорбційних та термічних методів при дослідженні природних об'єктів;
- особливості планування експерименту для визначення/отримання бажаних параметрів;
- можливості ЯМР спектроскопії, рентгенівських та термічних методів для вивчення природних об'єктів;

- методики пробопідготовки зразків ґрунтів, природних та стічних вод для рентгенфлуоресцентного визначення екотоксикантів у їх складі.
- основні розрахункові методики обробки результатів дифракційного експерименту з використанням сучасних інформаційних технологій.
- принцип аналітичного методу емісійної та абсорбційної спектроскопії, статистичні методи оцінювання експериментальних даних.
- природу та можливий хімізм фазових перетворень в процесі термообробки твердих побутових та промислових відходів.

Навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей: ЗК2, ЗК4, ЗК14 та ФК4, ФК9

5. Результати навчання за дисципліною:

Результати навчання (1. знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форма (та/або методи і технології) викладання і навчання	Метод и оціню вання *	Відсоток у підсумко вій оцінці з дисциплі ни
Код	Результати навчання			
1.1	Знати ЯМР-спектральні підходи до вивчення зразків природних об'єктів у твердому та розчиненому стані та інтерпретації отриманих експериментальних даних. Знати основні ЯМР характеристики іонів металів, що можуть бути вивчені методом ЯМР у природних об'єктах.	Лекції, практичні заняття	<i>МКР, ОДР, ТО</i>	15
1.2	Знати практичні можливості методу порошкової рентгенівської дифракції для ідентифікації якісного складу природної мінеральної сировини, продуктів переробки відходів, дослідження їх структури та розмірів областей когерентного розсіювання.			15
1.3	Знати особливості використання рентгенфлуоресцентного аналізу для визначення вмісту екотоксикантів у пробах ґрунту, прородніх та стічних вод.			15
1.4	Знати особливості використання методу ДТА/ТГ для визначення термостабільності, кількості летких компонентів, природи та температури фазового переходу, кінетичних характеристик в процесі термообробки твердих відходів.			15
1.5	Атомно-адсорбція та атомно-емісійна спектроскопія з індуктивно зв'язаною			15

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів /36 балів**, а саме:

1. **ТО по пройденому підрозділу:** РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4, РН 1.5 – **15/9 балів**.
2. **МКР по всьому матеріалу:** РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4, РН 1.5, РН 2.1 – **15/9 балів**.
3. **ОДР (самостійна робота):** РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4, РН 1.5, РН 2.1, РН 3.2, – **15/9 балів**.
4. **Практичні заняття:** РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4, РН 1.5, РН 2.1, РН 3.1, РН 4.1 – **15/9 балів**.

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів /24 бали**.

Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4, РН 1.5, РН 2.1, РН 3.2.

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: одне теоретичне питання 10 балів, 5 тестових питань на 20 балів і 1 задача на 10 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

ТО по пройденому підрозділу: один раз на місяць;

МКР по всьому матеріалу: не раніше **14 тижня** семестру;

ОДР (самостійна робота): впродовж семестру.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
Відмінно/Excellent	90-100
Добре/Good	75-89
Задовільно/Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН**

№	Назва	Кількість годин		
		Лекції	Практич на робота	Самост йна робота
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ВИКОРИСТАННЯ СПЕКТРОСКОПІІ ЯМР ПРИ ВИВЧЕННІ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.				
1	ЯМР характеристика природних гумінових систем та вивчення за допомогою ЯМР спектроскопії процесів сорбції іонів металів та органічних забруднювачів.	2	1	6
2	ЯМР мікровізуалізація (microimaging) води і хімічний розподіл в ґрунтах.	2	1	6
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ВИКОРИСТАННЯ РЕНТГЕНФЛУОРЕСЦЕНТНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОТОКСИКАНТІВ В СОРБЕНТАХ, ПРОБАХ ҐРУНТІВ, ПРИРОДНИХ ТА СТІЧНИХ ВОД				
3	Елементний аналіз за характерним рентгенівським випромінюванням природних об'єктів та сорбентів	2	1	6
4	Використання SEM-EDX приставки на скануючому електронному мікроскопі для визначення важких металів у складі проб ґрунтів та сорбентів	2	1	6
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ЗАСТОСУВАННЯ ДИФРАКЦІЇ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПРОМЕНІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛІВ				
5	Рентгенівський фазовий аналіз та прецизійне визначення параметрів кристалічної ґратки сорбентів.	2	1	6
6	Визначення мікродеформацій та розмірів областей когерентного розсіювання (ОКР) природних мінералів.	2	1	6
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4 АТОМНА-АДСОРБЦІЯ ТА АТОМНО-ЕМІСІЙНА СПЕКТРОСКОПІЯ З ІНДУКТИВНО ЗВ'ЯЗАНОЮ ПЛАЗМОЮ				
7	Визначення важких металів за міжнародними стандартами по дослідженню ґрунтів, води та рослин.	2	1	6

8	Особливості проведення аналізу методом атомно-емісійна спектроскопія з індуктивно зв'язаною плазмою.	2	1	6
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5 ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ				
9	Термічні методи утилізації твердих побутових та промислових відходів	2	1	6
10	ДТА/ТГ аналіз процесу термічної деструкції твердих побутових відходів.	2	1	6

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекцій – **20 год.**

Практичні заняття – **10 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

9. Рекомендовані джерела.

Основні:

1. Воловенко Ю.М., Туров О.В. Ядерний магнітний резонанс. К.; Ірпінь, ВТФ «Перун», 2007 – 480 с.
2. L.A. Cardoza, A.K. Korir, W.H. Otto et al., Applications of NMR spectroscopy in environmental science, *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*, 45 (2004) 209–238.
- M.J. Simpson, A.J. Simpson, D.Gross et al., ^1H and ^{19}F nuclear magnetic resonance microimaging of water and chemical distribution in soil columns
3. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Северодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с., [Електронне видання] Режим доступу: https://deps.snu.edu.ua/media/filer_public/f9/3e/f93e762d-4e8d-4334-8d0b-282c89e239a3/metodi_vimiriuvannia_par_ns_8_04_pidruchnik_.pdf
4. Marzeddu, S., Décima, M. A., Camilli, L., Bracciale, M. P., Genova, V., Paglia, L., ... & Boni, M. R. (2022). Physical-Chemical Characterization of Different Carbon-Based Sorbents for Environmental Applications. *Materials*, 15(20), 7162.
5. L.H.J. Lajunen, P. Peramaki. Spectrochemical Analysis by atomic Absorption and Emission. 2nd edition, RCS, 2004, 342pp.
6. George W. Latimer. Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th Edition, Edited by Gaithersburg, Md, 2012, volume 1, 2.
7. Неділько С.А., Дзязько О.Г., Зеленько М.А. Термічні методи аналізу: методичний посібник. К.: ВПЦ “Київський університет”, 2012. - 63 с.
8. Казіміров В.П., Русанов Е.Б. Рентгенографія кристалічних матеріалів. К.: ВПЦ “Київський університет”, 2016. – 288 с.

10. Teh, J.S.; Teoh, Y.H.; How, H.G.; Sher, F. Thermal Analysis Technologies for Biomass Feedstocks: A State-of-the-Art Review. *Processes* **2021**, *9*, 1610. <https://doi.org/10.3390/pr9091610>.
11. Syguła, E.; Świechowski, K.; Hejna, M.; Kunaszyk, I.; Białowiec, A. Municipal Solid Waste Thermal Analysis—Pyrolysis Kinetics and Decomposition Reactions. *Energies* **2021**, *14*, 4510. <https://doi.org/10.3390/en14154510>.

Додаткові:

1. Mason J. Multinuclear NMR. Plenum Press. N.Y.&London, 1987 – 629 p.
2. Laszlo P. NMR of Newly Accessable Nuclei. Academic Press 1983 – V.1 298 p., V2. 435 p.
3. Беліков К.М., Юрченко О.І. Рентгенфлуоресцентний аналіз / Навчальний посібник / - Храків, 2012 р – 52с. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://chemistry.univer.kharkov.ua/files/%20%D0%A0%D0%A4%D0%90.pdf>
4. Allegretta, I., Legrand, S., Alfeld, M., Gattullo, C. E., Porfido, C., Spagnuolo, M., Terzano, R. (2022). SEM-EDX hyperspectral data analysis for the study of soil aggregates. *Geoderma*, *406*, 115540.
5. Cerqueira, Beatriz, et al. "Validation of TOF-SIMS and FE-SEM/EDS techniques combined with sorption and desorption experiments to check competitive and individual Pb²⁺ and Cd²⁺ association with components of B soil horizons." *PLoS one* 10.4 (2015): e0123977.
6. Ungar T. Characterization of nanocrystalline materials by X-ray line profile analysis. *J. Mater. Sci.* 42, 1584–1593 (2007). DOI <https://doi.org/10.1007/s10853-006-0696-1>
7. Ungar T. Microstructural parameters from X-ray diffraction peak broadening. *Scripta Materialia* Volume 51, Issue 8, October 2004, Pages 777-781. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2004.05.007>.
8. Cullity B.D., Stock S.R. Elements of X-Ray Diffraction, 2nd edn. Pearson Education Limited, London, 2001, 654 p.