

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра неорганічної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана

з навчальної роботи

*Наталія УСЕНКО* Наталія УСЕНКО

«*30*» *03* 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
РЕНТГЕНІВСЬКІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО  
СЕРЕДОВИЩА  
для здобувачів освіти

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	магістр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: доцент, Стусь Н.В.

Пролонговано: на 2022/2023н. р. *Наталія Усенко* («30» 06 2023р.

КИЇВ - 2021

**Розробник:** Стусь Наталія Вікторівна, кандидат хімічних наук, старший науковий дослідник,  
доцент кафедри неорганічної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри неорганічної хімії

  
\_\_\_\_\_ Микола СЛОБОДЯНИК

Протокол № 9 від «25» лютого 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від «11» березня 2021 року № 6

Голова науково-методичної комісії  \_\_\_\_\_ Олександр РОЇК

« 11 » Березня 2021 року

**1. Мета дисципліни** – дати розуміння можливостей застосування рентгенівських методів для дослідження складу та будови широкого кола об'єктів навколишнього середовища.

**2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:** Даний курс базується на знаннях з курсу „Кристалохімія”, та знаннях окремих розділів з курсів „Фізика”, „Вища математика”, „Інструментальні методи аналізу”, „Нанохімія і нанотехнології”, „Рентгенівські методи в екохімії”. Курс використовується при виконанні кваліфікаційної роботи на звання магістра.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** В курсі розглядаються сучасні методи дослідження об'єктів навколишнього середовища: локальний рентгеноспектральний аналіз, рентгеноспектральний флуоресцентний аналіз із використанням повного зовнішнього відбиття, рентгенівська фотоелектронна спектроскопія, рентгенівська абсорбційна спектроскопія. Особливу увагу приділено вивченню особливостей дослідження окремих видів об'єктів довкілля.

#### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- Ознайомлення студентів з теоретичними основи використання сучасних рентгенівських методів дослідження.

- Ознайомлення студентів з особливостями дослідження окремих видів об'єктів довкілля рентгенівськими методами.

- Оволодіння вмінням оцінювати придатність методу для отримання інформації про певний об'єкт, обирати спосіб пробопідготовки та стандарти.

- Оволодіння базовими навичками інтерпретації результатів досліджень.

Навчальна дисципліна “Рентгенівські методи аналізу об'єктів навколишнього середовища” спрямована на досягнення наступних загальних і фахових компетентностей: ЗК1 ЗК3, ЗК4, ЗК7, ЗК12, ЗК14 та ФК2, ФК4, ФК5, ФК9.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати й розуміти теоретичні основи використання сучасних рентгенівських методів дослідження	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота, реферат/ комп'ютерна презентація, іспит	25
1.2	Знати особливості застосування рентгенівських методів для аналізу окремих видів об'єктів навколишнього середовища	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота, реферат/ комп'ютерна презентація, іспит	40
2.1	Вміти оцінювати придатність методу для отримання інформації про певний об'єкт, обирати спосіб пробопідготовки та стандарти	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота, іспит	25
2.2	Вміти інтерпретувати результати досліджень	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота	10

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни(код)	1 1	1 2	2 1	2 2
<b>Програмні результати навчання</b>				
P1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.	+	+	+	+
P2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії	+	+	+	+
P5. Володіти методами комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.				+
P9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.			+	+
P15. Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження.			+	+

## 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. Модульна контрольна робота 1 з тем 1-5: PН1.1 – 15 балів / 9 балів.
2. Модульна контрольна робота 2 з тем 6-11: PН1.2, PН2.2 – 15 балів / 9 балів.
4. Реферат / комп'ютерна презентація 1: PН1.1, PН 1.2 – 15 балів / 9 балів.
5. Реферат / комп'ютерна презентація 2 : PН1.1, PН 1.2 – 15 балів / 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: PН 1.1, PН 1.2, PН 2.1

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: чотири теоретичних питання по 10 балів.

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

### 7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

**МКР1:** не раніше **6 тижня** семестру;

**МКР2:** не раніше **12 тижня** семестру;

**Реферат / комп'ютерна презентація 1:** не пізніше **9 тижня** семестру;

**Реферат / комп'ютерна презентація 2:** не пізніше **14 тижня** семестру.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

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

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН**

№	Назва	Кількість годин		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1</b> Сучасні рентгеновські методи дослідження об'єктів навколишнього середовища				
1	<b>Тема 1.</b> Вступ. Встановлення ступеня окиснення та координаційного оточення атомів за рентгеновськими емісійними спектрами.	4	2	10
2	<b>Тема 2.</b> Встановлення елементного складу методом локального рентгеновського аналізу.	2	4	10
3	<b>Тема 3.</b> Використання повного зовнішнього відбиття в методі рентгеновського флуоресцентного аналізу.	4	2	10
4	<b>Тема 4.</b> Дослідження поверхні методом рентгеновської фотоелектронної спектроскопії.	2	2	10
5	<b>Тема 5.</b> Використання рентгеновської абсорбційної спектроскопії.	4	2	10
6	Модульна контрольна робота № 1			
<b>Змістовий модуль 2</b> Дослідження окремих видів об'єктів довкілля рентгеновськими методами				
7	<b>Тема 6.</b> Дослідження хімічного складу гірських порід.	2	2	10
8	<b>Тема 7.</b> Дослідження хімічного складу ґрунтів та донних відкладень.	2	2	10
9	<b>Тема 8.</b> Дослідження рослинної сировини та речовин тваринного походження.	4	4	20
10	<b>Тема 9.</b> Дослідження хімічного складу природних та стічних вод.	2	4	10

11	<b>Тема 10.</b> Дослідження твердих забрудників повітря.	2	2	10
12	<b>Тема 11.</b> Дослідження твердих відходів.	2	4	10
13	Модульна контрольна робота № 2			

**Загальний обсяг 180 год.,** в тому числі:

Лекційні – **30 год.**

Практичні – **30 год.**

Самостійна робота - **120 год.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основні:

1. Загородній В.В. Локальні методи досліджень [Електронний ресурс]: підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / Загородній В.В.; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019, 323.
2. Parsons J. G., Aldrich M., & Gardea-Torresdey J. L. (2002). Environmental and biological application of extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) and X-ray absorption near edge structure (XANES) spectroscopies. *Applied Spectroscopy Reviews*, 37(2), 187-222.
3. Garcia-Bedoya D., Ramirez-Rodrigues L. P., Mendivil-Reynoso T., Quiroz-Castillo J.M., De La Mora-Covarrubias, A., & Castillo S. J. (2017) Direct XPS (X-ray photoelectron spectroscopy) analysis of biological materials for environmental purposes. *Applied Ecology and Environmental Research*, · 15(1), 501-509.

### Додаткові:

1. Elmi, C., Guggenheim, S., & Gieré, R. (2016). Surface Crystal Chemistry of Phyllosilicates Using X-Ray Photoelectron Spectroscopy: A Review. *Clays and Clay Minerals*, 64 (5), 537-551.
2. Ellery D. Ingall et al. Phosphorus K-edge XANES spectroscopy of mineral standards *J. Synchrotron Rad.* (2011). 18, 189–197.
3. Marini C., Rovira A. M. D., Ramanan N., Olszewski W., Joseph B. & Simonelli L. (2019). Combined micro X-ray absorption and fluorescence spectroscopy to map phases of complex systems: the case of sphalerite. *Scientific Reports* 9:18857.
4. DeVore C. L., Rodriguez-Freire L., Mehdi-Ali A., Ducheneaux C., Artyushkova K. Zhou Z., Latta D. E., Lueth V. W., Gonzales M., Lewisi J., & Cerrato J. M. (2019). Effect of bicarbonate and phosphate on arsenic release from mining-impacted sediments in the Cheyenne River watershed, South Dakota, USA. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 21, 456-468.
5. Rodrigues E. S., Gomes M. H. F., Duran N. M., Cassanji J. G. B., da Cruz T. N. M., Neto A. S’A., Savassa S. M., de Almeida E., & Carvalho H. W. P. (2018) Laboratory Microprobe X-Ray Fluorescence in Plant Science: Emerging Applications and Case Studies. *Frontiers in Plant Science*, 9, A:1588. 15 p.
6. Zhou S., Yuan Z., Cheng Q., Zhang Z., Yang J. (2018) Rapid in situ determination of heavy



metal concentrations in polluted water via portable XRF: Using Cu and Pb as example, *Environmental Pollution*, 243 B, 1325-1333.

7. Towett E. K., Shepherd K. D., Cadisch G. Quantification of total element concentrations in soils using total X-ray fluorescence spectroscopy (TXRF). (2013). *Science of The Total Environment*, 463–464, 374-388.
8. Bilo F., Borgese L., Wambui A., Assi A., Zacco, A., *at all.* (2018). Comparison of multiple X-ray fluorescence techniques for elemental analysis of particulate matter collected on air filters. *Journal of Aerosol Science*. 122. 10.1016/j.jaerosci.2018.05.003.