

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Рентгеноструктурний аналіз**

**для студентів**

галузь знань 10 Природничі науки  
спеціальність 102 Хімія  
освітній рівень магістр  
освітня програма Високі технології (Хімія та наноматеріали)  
вид дисципліни вибіркова

*(шифр і назва)*  
*(шифр і назва спеціальності)*  
*(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)*  
*(назва освітньої програми)*

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

Викладачі: А.Г. Васильєв

*(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)*

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
*(підпис, ПІБ, дата)*

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
*(підпис, ПІБ, дата)*

**КИЇВ – 2021**

Розробники:

Васильєв Анатолій Георгійович, к. ф.-м. н., доцент.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри Теоретичних основ високих технологій

  
(підпис)

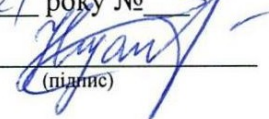
(Лозовський В.З.)  
(прізвище та ініціали)

Протокол № 11 від «03» 03 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «05» 03 2021 року № 3

Голова науково-методичної комісії

  
(підпис)

(Русінчук Н.М.)  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – ознайомити студентів з основними рентгеноструктурного аналізу та навчити їх використовувати отримані знання в своїх наукових та прикладних сферах діяльності. Інформативна база курсу рентгеноструктурного аналізу у сучасних дослідженнях мікро та наносистем” буде корисною для подальшого застосування її у таких галузях науки, як прикладна фізика, фізика конденсованих тіл, археологія, біофізика, біологія, медицина, охорона навколишнього середовища та інші. Вивчення теоретичних основ дасть змогу засвоїти отримані навички для досліджень складних процесів у реальних системах з просторовою роздільною здатністю на мікро та нанорівнях.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. Мати базові знання з загальної фізики та основ квантової та статистичної фізики.
2. Вміти застосовувати знання з загальної фізики, статистичної та квантової фізики до аналізу властивостей фізичних систем і структур.
3. Володіти елементарними навичками вищої математики.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Рентгеноструктурний аналізу активно використовується в багатьох галузях сучасних виробництв, науці та медицині. Тому знання в цій галузі науки конче необхідні молодим інженерам та науковцям високих технологій. Завдання курсу – створення інформативної бази для розуміння фізичних явищ, що пов'язані зі впливом рентгенівського випромінювання на широкий спектр матеріалів, які використовуються в сучасних високих технологіях.

В курсі вивчаються фізичні процеси отримання, фокусування та взаємодії рентгенівського випромінювання із різноманітними об'єктами, включаючи живі організми та клітини. Аналітична інформація, яка отримується за допомогою сучасних фізичних методів, є базою для сучасних міждисциплінарних досліджень та технологій. В курсі детально розглядаються основні фізичні явища, які виникають при взаємодії рентгенівського випромінювання, в тому числі з електронами та ядрами атомів досліджуваної речовини та їх практичне застосування у вирішенні прикладних задач.

Курс містить три кредити. I кредит – методи і засоби отримання та фокусування рентгенівського випромінювання; II кредит – взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною; III кредит – застосування іонно-пучкових технологій.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

Навчання дисципліни має на меті розвинути у студентів такі загальні компетентності:

- ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ЗК2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність), а також формулювати судження, маючи неповну або обмежену інформацію.
- ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК11. Здатність нести етичну відповідальність за дії, пов'язані із застосуванням власних знань та суджень.
- ЗК12. Здатність працювати автономно, брати участь у командній роботі, здійснювати проектну діяльність під керівництвом.
- ЗК14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел проблем:
- ФК4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.
- ФК5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

- ФК6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.
- ФК7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).
- ФК8. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати напрями та відповідні методи для їх розв'язання на основі розуміння сучасної проблематики досліджень в галузі хімії та беручи до уваги наявні ресурси.
- ФК9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.
- ФК10. Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження.
- ФК11. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати належні напрями та відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		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 основні фізичні принципи що покладені в основу джерел рентгенівського випромінювання та пристроїв що його використовують. Мати уявлення про основні ефекти що виникають в конденсованому середовищі при опроміненні його рентгенівським випромінювання.	Лекція, практичні заняття	Тест, 60% правильних відповідей	15%
1.2	Мати уявлення про мету і задачу яку можливо ставити та вирішувати використовуючи рентгенівське випромінювання.	лекція	--/--	15%
2.1	Вміти, виходячи з початкових параметрів рентгенівського випромінювання, прогнозувати можливі наслідки перетворень в конденсованому середовищі, та навпаки, виходячи з бажаних перетворень розрахувати параметри рентгенівського випромінювання. Вміти проводити рентгеноструктурний аналіз конденсованого середовища.	практичне заняття	Модульні контрольні роботи	30%
4.1	Прийняти і обґрунтувати рішення з вибору характеристик рентгенівського випромінювання які доцільно використати для конкретної задачі. Вміти самостійно працювати з науковою літературою з іонно-пучкових технологій..	самостійна робота	Тест, модульні контрольні роботи	40%

\* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

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

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання</b>							
P3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.				+	+	+	+
P9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	+	+	+		+		
P13. Аналізувати наукові проблеми та пропонувати їх вирішення на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо.					+		+
P14. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії..					+		+

## 7. Схема формування оцінки.

**7.1 Форми оцінювання студентів:** Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається з 3 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять. Студент може отримати максимально 60 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на практичних заняттях (по 20 балів у кожному змістовому модулі). Модульний контроль: 3 модульні контрольні роботи (МКР). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту (40 балів). Екзаменаційний білет включає 2 теоретичні питання (по 15 балів) та одну задачу (10 балів).

У випадку відсутності студента з поважних причин здійснюються відпрацювання та перездачі МКР.

Діяльність студентів оцінюються:

*Оцінювання за формами контролю:*

	<i>ЗМ1</i>		<i>ЗМ1</i>		<i>ЗМ1</i>		<b>іспит</b>	
	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 20 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 20 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 20 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 40 балів</i>
Домашні завдання,		10		10		10		
Модульна контрольна робота		10		10		10		40

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

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 26 балів.

Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 26 балів* – для одержання іспиту/заліку обов'язкова перездача МКР.

## 7.2 Організація оцінювання:

Модульний контроль проводиться за графіком: модульна контрольна робота №1 – на практичному занятті 1, модульна контрольна робота №2 – на практичному занятті 3, модульна контрольна робота №3 – на практичному занятті 5.

## 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
<i>Частина 1 Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною</i>				

1	<b>Вступ.</b> <i>Рентгенівське випромінювання. Дія рентгенівського випромінювання на живі організми. Техніка безпеки при експлуатації установок що використовують рентгенівське випромінювання.</i>	2		4
2	<b>Тема 1.</b> <i>Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною.</i>	2		4
3	<b>Тема 2.</b> <i>Дифракція рентгенівських хвиль на кристалічних решітках.</i>	2		4
4	<b>Тема 3.</b> <i>Характеристичне рентгенівське випромінювання атомів різних хімічних елементів.</i>	2		4
5	<i>Контрольна робота 1</i>		2	4
<b>Частина 2 Технічні засоби для створення та використання рентгенівського випромінювання.</b>				
6	<b>Тема 1.</b> <i>Фізика надвисокого вакууму. Ознайомлення з сучасною технікою отримання надвисокого вакууму.</i>	2		4
7	<b>Тема 2.</b> <i>Прискорення іонів у електромагнітних полях.</i>	2		4
8	<b>Тема 3.</b> <i>Збудження електронних станів пучками іонів.</i>	2	2	8
9	<i>Контрольна робота 2</i>		2	4
<b>Частина 3 Застосування рентгенівського випромінювання у прикладних дослідженнях</b>				
10	<b>Тема 1.</b> <i>Сучасне устаткування пристроїв рентгеноструктурного аналізу.</i>	2		4
11	<b>Тема 2.</b> <i>Ядерний зонд. Сучасні ядерно-фізичні методи досліджень.</i>	2		4
12	<b>Тема 3.</b> <i>Якісний та кількісний елементний аналіз завдяки збудженню електронів внутрішніх оболонок (аналіз характеристичного рентгенівського випромінювання збудженого протонами).</i>	2		4
13	<i>Контрольна робота 3</i>		2	4
	<b>Екзамен</b>		2	4
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>60</b>

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

Лекцій – **20 год.**

Практичні заняття - **10 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

### **9. Рекомендовані джерела<sup>1</sup>:**

#### **Основна: (Базова)**

1. Рентгеноструктурний аналіз у матеріалознавстві. Навчально-методичний посібник, С. І. Мудрий, Ю. О. Кулик, А.С. Якимович. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017.
2. Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. Рентгенографический и электронно-оптический анализ.- М.: Металлургия, 1970.
3. НРБУ-97.°Норми°радіаційної°безпеки°України  
<http://zakon3.rada.gov.ua/rada/show/en/v0062282-97>.
4. ДСП 6.177-2005-09-02. Основні санітарні правила радіаційної безпеки України  
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05>
5. ОСП-72/87. Основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих злучень.
6. Казіміров В.П. Рентгенографія кристалічних матеріалів :навч. посібник. ВПЦ «Київський Університет», 2016, 286с.
7. Дж.Уэстон. Техника сверхвысокого вакуума. М:Мир, 1988.

#### **Додаткова:**

1. Карпець М.В. Застосування програмного забезпечення для рентгеноструктурного аналізу : методичні вказівки з курсу «Основи комп'ютерного матеріалознавства» / М. В. Карпець, А. І. Дегула, О. М. Мисливченко. – Суми : СумДУ, 2014. – 30 с.
2. Київський скануючий ядерний мікрозонд з методикою прецизійного програмованого

опромінення зразка мікропучком іонів. С.О. Лебедь, О.Г. Кухаренко, М.Г. Толмачов, О.В. Третяк //Вопросы атомной науки и техники. - 2012. - Т.81. - № 5. - С.131–138.

3. Методика мікроPIXE Київського скануючого мікрозонду: можливості елементного мікроаналізу. Lebed S., Tolmachov M., Kukhareenko O. and Veselov O., //Чорнобильський науковий вісник. – 2011. - №2. С.49-53.

#### **10. Додаткові ресурси (за наявності):**

5. Віртуальна електронна лабораторна робота для дистанційного навчання студентів«Київський ядерний мікрозонд» Круглий Д. О., Сусь Б. Б., Лисоченко С.В., ЛебедьС.О., Кухаренко О. Г. <http://iht.univ.kiev.ua/uk/library/e-books/elektronni-metodichni-posibniki>. 2013.
6. Нові матеріали та сучасні методи дослідження. Рентгеноструктурні дослідження з використанням програмного забезпечення PDXL дифрактометру ULTIMA IV (Rigaku): Методичні вказівки та інструкції до виконання лабораторних робіт для студентів інженерно-фізичного факультету / Укладачі: М.В. Карпець, Я.В. Зауличний, О.І. Дудка, О.С. Макаренко. – К.: НТУУ “КПІ”, 2013. – 36 с.

---

<sup>1</sup> ***В тому числі Інтернет ресурси***