


# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

## Інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Заступник директора  
з науково-навчальної роботи

  
Галина ГРАБЧУК  
«22» березня 2021 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Іонно-пучкові технології

#### для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	другий (магістр)
освітньо-наукова програма	Високі технології (хімія та наноматеріали)
вид дисципліни	вибіркова

<i>Форма навчання</i>	<i>денна</i>
<i>Навчальний рік</i>	<i>2021/2022</i>
<i>Семестр</i>	<i>3</i>
<i>Кількість кредитів ECTS</i>	<i>3.0</i>
<i>Мова викладання, навчання та оцінювання</i>	<i>українська</i>
<i>Форма заключного контролю</i>	<i>іспит</i>

*Викладач: Васильєв А.Г.*

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

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

**КИЇВ – 2021**

Розробник: Васильєв Т.А., к.ф.-м.н., асистент кафедри теоретичних основ високих технологій

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри теоретичних основ високих технологій

 Валерій ЛОЗОВСЬКИЙ

Протокол № 11 від «03» 03 2021р.

Схвалено науково - методичною комісією

«Інституту високих технологій»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «<sup>05</sup>» 03 2021 року № 3

Голова науково-методичної комісії  (Русінчук Н.М.)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – ознайомити студентів з основними іонно-пучковими технологіями та навчити їх використовувати отримані знання в своїх наукових та прикладних сферах діяльності. Інформативна база курсу іонно-пучкові технології 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 цієї 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:**

Іонно-пучкові технології активно розповсюджуються в багатьох галузях сучасних виробництв, науці та медицині. Тому знання в цій галузі технологій конче необхідні молодим інженерам та науковцям високих технологій. Завдання курсу – створення інформативної бази для розуміння фізичних явищ, що пов'язані зі впливом прискорених іонів на широкий спектр матеріалів, які використовуються в сучасних високих технологіях.

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

Курс містить три кредити. I кредит – взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною; II кредит – методи та засоби отримання, транспортування та фокусування пучків прискорених іонів; 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.

ЗК7. Навички використання інформаційних і-комунікаційних технологій в хімічних дослідженнях та професійній діяльності.

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

## 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 пристроїв: джерел іонів, прискорювачів іонів, створення високого вакууму, вимірювання рівня тиску залишкових газів, фокусування пучків іонів. Мати уявлення про основні ефекти що виникають в конденсованому середовищі при бомбардуванні його іонами високих енергій.	Лекція, практичні заняття	Тест, 60% правильних відповідей	15%
1.2	Мати уявлення про цілі і задачі які можливо ставити та вирішувати використовуючи інно-пучкові технології.	лекція	--/--	15%
2.1	Вміти, виходячи з початкових параметрів пучка іонів, прогнозувати можливі наслідки перетворень в конденсованому середовищі, та навпаки, виходячи з бажаних перетворень розрахувати параметри пучка іонів. Вміти проводити елементний аналіз конденсованого середовища.	практичне заняття	Модульні контрольні роботи	30%
4.1	Прийняти і обґрунтувати рішення з вибору іонно-пучкової технології яку доцільно використати для конкретної задачі. Вміти самостійно працювати з науковою літературою з іонно-пучкових технологій..	самостійна робота	Тест, модульні контрольні роботи	40%

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

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	4.1
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>						
1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.			+		+	
2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.						+
5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.	+					+
8. 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.	+	+	+	+	+	
ПРН09. Визначати напрями перспективних досліджень з урахуванням світових тенденцій розвитку науки, техніки й технологій.						+

## 7. Схема формування оцінки.

**7.1 Форми оцінювання студентів:** Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 3 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються 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.

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ 1		ЗМ 1		іспит	
	Min. 0 балів	Max. 20 балів	Min. 0 балів	Max. 20 балів	Min. 0 балів	Max. 20 балів	Min. 0 балів	Max. 40 балів
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.<sup>1</sup>

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 26 балів.<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> У випадку коли студент на екзамені набрав менше вказаної кількості балів вони не додаються до семестрової оцінки (незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру), в екзаменаційній відомості у колонці "бали за екзамен" ставиться "0", а в колонку «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

<sup>2</sup> Мінімальна кількість балів не може бути меншою ніж різниця рівня порогової оцінки (60 балів) і кількості балів в винесених на екзамен (зазвичай 40) — якщо у студента менше 20 балів, він фізично не в змозі отримати позитивну оцінку. Викладач, якщо це аргументовано результатами навчання які не виносяться на екзамен, може визначити і вищий рівень мінімальної оцінки (як правило до 36 балів).

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

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
<b>Частина 1 Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною</b>				
1	Вступ. Пучки іонів та іонізуюче випромінювання. Дія іонізуючого випромінювання на живі організми. Техніка безпеки при експлуатації установок типу ядерного зонда..	2		4
2	Тема 1. Взаємодія рентгенівського та гама випромінювань з речовиною.	2		4
3	Тема 2. Взаємодія прискорених електронів з речовиною.	2		4
4	Тема 3. Взаємодія прискорених іонів з речовиною.	2		4
5	Контрольна робота 1		2	4
<b>Частина 2 Пучки іонів та прискорювальна техніка.</b>				
6	Тема 1. Фізика надвисокого вакууму. Ознайомлення з сучасною технікою отримання надвисокого вакууму.	2		4
7	Тема 2. Рух заряджених часток у електромагнітних полях.	2		4
8	Тема 3. Методи та засоби отримання, прискорення, транспортування та фокусування пучків іонів.	2	2	8
9	Контрольна робота 2		2	4
<b>Частина 3 Застосування іонно-пучкових технологій у прикладних дослідженнях</b>				
10	Тема 1. Вторинна Іонна мас-спектрометрія (SIMS) – потужна методика для аналізу хімічного складу матеріалів.	2		4
11	Тема 2. Київський ядерний зонд. Сучасні ядерно-фізичні методи досліджень.	2		4
12	Тема 3. Якісний та кількісний елементний аналіз методами PIXE (аналіз характеристичного рентгенівського випромінювання збудженого протонами) та RBS (зворотного резерфордівського розсіювання).	2		4
13	Контрольна робота 3		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>3</sup>:

**Основна: (Базова)**

- Alexander Wu Chao, Maury Tigner. Handbook of accelerator physics and engineering. Singapore: World Scientific, 1999
- НРБУ-97. °Норми °радіаційної °безпеки °України  
<http://zakon3.rada.gov.ua/rada/show/en/v0062282-97>.
- ДСП 6.177-2005-09-02. Основні санітарні правила радіаційної безпеки України
- <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05>
- ОСП-72/87. Основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих злучень.
- В. М. Быстрицкий, А. Н. Диденко. Мощные ионные пучки /: М. Энергоатомиздат, 1984. 152 с.
- Е.С. Машкова . Физика и технология источников ионов. Москва: Мир, 1998.
- Дж.Уэстон. Техника сверхвысокого вакуума. М:Мир, 1988.

**Додаткова:**

1. Mark В.Н. Breese. Materials analysis using a nuclear microprobe. John wiley and song, inc? 1996.
2. Александрова И.И., Золотарев В.М., Черезова Л.А. : Диагностика поверх- ности ионными пучками. - Ужгород:УГУ. - 1985. - С. 113
3. Recent status of the Kiev nuclear probe. Lebed S., Tolmachov M., Kukhareno O. and Veselov O., //Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. B267. - 2009. - P. 2013–2016.
4. Київський скануючий ядерний мікрзонд з методикою прецизійного програмованого опромінення зразка мікропучком іонів. С.О. Лебедь, О.Г. Кухаренко, М.Г. Толмачов, О.В. Третьяк //Вопросы атомной науки и техники. - 2012. - Т.81. - № 5. - С.131–138.
5. Методика мікроPIXE Київського скануючого мікрзонду: можливості елементного мікроаналізу. Lebed S., Tolmachov M., Kukhareno O. and Veselov O., //Чернобыльский научный вестник. – 2011. - №2. С.49-53.
6. С. Я. Явор. Фокусировка заряженных частиц квадрупольными линзами, М., 1968.

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

7. Віртуальна електронна лабораторна робота для дистанційного навчання студентів«Київський ядерний мікрзонд» 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>.