

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Інститут високих технологій**

Кафедра супрамолекулярної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник директора  
з науково-педагогічної роботи  
Галина ГРАБЧУК

« 24 » березня 2021 року

*Григорук 29*

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ОСНОВИ СУЧАСНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ ТА  
МІКРОСКОПІЇ**

для студентів

галузь знань	№16	«Хімічна та біоінженерія»
спеціальність	№ 162	«Біотехнології та біоінженерія»
освітній рівень		Магістр
освітня програма		«Високі технології (Біотехнологія)»
вид дисципліни		обов'язкова

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

Викладачі: Лисоченко С.В., Комаров І.В.

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

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

**КИЇВ – 2021**


Розробники:

Лисоченко Сергій Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, кафедра нанофізики конденсованих середовищ

Комаров Ігор Володимирович, доктор хімічних наук, професор кафедри супрамолекулярної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО:


Зав. кафедри нанофізики конденсованих середовищ

  
\_\_\_\_\_ Валерій СКРИШЕВСЬКИЙ  
(підпис)

Протокол № 8 від «26» лютого 2021 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

В.о.зав. кафедрою супрамолекулярної хімії

  
\_\_\_\_\_ Дмитро ВОЛОЧНЮК  
(підпис)

Протокол № 7 від «25» лютого 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією Інституту високих технологій  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «05» березня 2021 року №3

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_  Наталя РУСІНЧУК

«05» березня 2021 року

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення студентів із основними фізичними принципами, що лежать в основі сучасних мікроскопічних методів досліджень, а також зі схемами технічної реалізації останніх, граничними можливостями, перспективами вдосконалення та типами об'єктів досліджень, а також з основами спектроскопічних методів – ядерного магнітного резонансу, ІЧ-спектроскопії, електронної спектроскопії та мас-спектрометрії.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати* базові поняття з усіх розділів загальної фізики.
2. *Вміти* обирати фізичні моделі, розраховувати необхідні параметри в рамках найпростіших апроксимацій та наближень, орієнтуватися у виборі експериментальних методик для необхідних досліджень, самостійно проводити пошук та вивчення спеціальної літератури, в т.ч. зарубіжної англомовної.
3. *Володіти* елементарними навичками роботи з вимірювальними приладами та комп'ютерна грамотність.

**Анотація навчальної дисципліни:** Курс включає в себе: основні теоретичні моделі, що знаходять застосування при інтерпретації мікроскопічних зображень, а також для опису фізичних процесів, що мають місце в процесі мікроскопічного дослідження; опис фізичних процесів моделі та їх інтерпретація в мікроскопії пучків заряджених частинок; основні відомості про принципи вибору об'єкту дослідження та відповідної мікроскопічної методики; основні фізичні процеси взаємодії зонду та об'єкту, включаючи взаємодію пучків заряджених частинок з об'єктом дослідження. Будуть розглянуті основні принципи та наведені приклади використання ядерного магнітного резонансу, ІЧ-спектроскопії, електронної спектроскопії та мас-спектрометрії

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

*Дисципліна забезпечує набуття студентами таких компетентностей:*

*K01. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.*

*K02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*

*K08. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах.*

*K12. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.*

*K23. Здатність розробляти/застосовувати комбіновані біотехнології за допомогою міждисциплінарних підходів, зокрема, з використанням технологій матеріалознавства та хімічних технологій.*

*K25. Розуміння принципів роботи сучасних біоаналітичних технологій та технологічних підходів до створення біосенсорів.*

## 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	Основні етапи розвитку мікроскопії	лекція	Модульна контрольна робота Диференційований залік	20
	Фізичні принципи освітлення зразка через апертуру, структура та виготовлення апертурних зондів, безапертурне освітлення зразка.	лекція		
	Основи сучасної спектормікроскопії на основі рентгенівських синхротронних джерел	лекція		
	Основи техніки сучасної електронної мікроскопії	лекція		
	Механізми створення контрасту в електронній мікроскопії та інтерпретація зображень	лекція		
	Принципи скануючої мікроскопії як найефективнішої методики досліджень фізичних властивостей речовини на атомному рівні.	лекція		
	Основи і застосування скануючої атомно-силової мікроскопії	лекція		
	Основи і застосування скануючої тунельної мікроскопії	лекція		
	Основи мікроскопії пучків заряджених частинок; методика РІХЕ.	лекція		
2.1	Проводити експериментальні дослідження на електронному мікроскопі та обробляти їх результати.	Лабораторна робота	Звіт по роботі	10
	Проводити експериментальні дослідження на атомно-силовому мікроскопі та обробляти їх результати	Лабораторна робота	Звіт по роботі	10
	Виконувати дистанційні лабораторні роботи	Лабораторна робота	Звіт по роботі	10
4.1	Прийняти і обґрунтувати рішення по виконанню дистанційної лабораторної роботи.	самостійна робота	Кейс-задача Реферат	5
4.2	Продемонструвати навички самостійного використання і вивчення літератури по темі при розв'язанні реальних задач наукових досліджень.	самостійна робота	Кейс-задача Реферат	5
1.2	Вступ до спектроскопічних методів дослідження та мас-спектрометрії	лекція	Модульна контрольна робота Диференційований залік	20
	Фізичні принципи отримання спектру ЯМР, блок-схема ЯМР-спектрометра	лекція		
	Практичні аспекти отримання спектрів ЯМР	лекція		

	Основні параметри спектрів ЯМР – інтегральна інтенсивність сигналів, хімічні зсуви, константи спін-спінової взаємодії	лекція		
	Приклади інтерпретації спектрів ЯМР	лекція		
	Сучасні методики ЯМР, їх застосування в біології	лекція		
	Основи і застосування мас-спектрометрії	лекція		
	Основи і застосування інфрачервоної спектроскопії	лекція		
	Основи і застосування електронної спектроскопії	лекція		
2.2	Вміти розв'язувати практичні задачі з інтерпретації спектрів ЯМР	Лабораторні робота	Звіт по роботі	30
4.3	Вміти обирати програму та обирати функції програми для роботи зі спектрами ЯМР	самостійна робота	Кейс-задача Реферат	10

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

<b>Результати навчання дисципліни (код)</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>4.1</b>	<b>4.2</b>	<b>4.3</b>
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>							
ПР08. Планувати та управляти науково-дослідними, науково-технічними та/або виробничими проектами у галузі біотехнології, базуючись на сучасних тенденціях розвитку науки, техніки та суспільства.	+	+	+	+	+	+	+
ПР18. Знаходити необхідну інформацію у науковій та довідниковій літературі, електронних базах, інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність					+	+	+
ПР19. Оцінювати актуальність досліджуваних наукових проблем, придатність відомих наукових методів для їх дослідження на основі аналізу наявних даних та публікацій у провідних виданнях	+	+	+	+	+	+	+
ПР21. Мати навички планування та виконання експериментальних досліджень як особисто, так і у колективі, критичного аналізу отриманих результатів; оформлення результатів досліджень у вигляді звіту, наукової публікації, презентації на наукових та інших заходах.	+	+	+	+	+	+	+
ПР25. Застосовувати сучасні технології матеріалознавства та хімічні технології для розробки/використання новітніх комбінованих біотехнологій.					+	+	+

ПР27. Розуміти принципи роботи сучасних біоаналітичних технологій та технологічні підходи до створення біосенсорів.						+	+	+
---	--	--	--	--	--	---	---	---

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

#### - семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота (тест): РН 1.1.— РН 1.9 до 20 балів.
2. Реферат: РН1.1. – РН 1.9, 4.1-4.2 до 10 балів.
3. Лабораторні роботи РН2.1. – РН 2.3 до 30 балів

- **підсумкове оцінювання у формі іспиту.** Підсумкова оцінка з освітнього компоненту в цілому є підсумковою формою контролю, за яким встановлено іспит визначається, як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки отриманої під час іспиту. Максимальна кількість балів, які може отримати студент під час іспиту становить 40 балів по 100 – бальній шкалі. Форма проведення іспиту – письмова, кожне з питань в білеті оцінюється в 20 балів. Для отримання загальної позитивної оцінки з Дисципліни за екзамен не може бути меншою 24 балів.

#### - умови допуску до підсумкового іспиту.

- Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів (рекомендований мінімум 36 балів)

- Студент допускається до іспиту за умов виконання всіх (або %) передбачених планом лабораторних робіт та написання двох модульних контрольних робіт (по кожній не менше 50% правильних відповідей). Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

### 7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій з розділів 1 і 2, відповідно.

Лабораторні заняття проводяться у формі:

- знання техніки безпеки роботи з технічним обладнанням в лабораторії
- підготовки протоколів лабораторних робіт
- знання мети роботи, ходу експериментальних вимірювань
- знання методів статистичного аналізу обробки одержаних даних та коректних висновків з проведеної роботи.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

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

**8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і семінарських / практичних / лабораторних (вибрати необхідне) занять**

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	лабораторні вибрати необхідне	Самостійна робота
<b>Розділ 1</b>				
1	<b>Лекція 1</b> Вступ. Основні етапи розвитку мікроскопії	2		
2	<b>Лекція 21</b> Фізичні принципи освітлення зразка через апертуру, структура та виготовлення апертурних зондів, безапертурне освітлення зразка.	2		
3	<b>Лекція 3</b> Основи сучасної спектормікроскопії на основі рентгенівських синхротронних джерел	2		
4	<b>Лекція 4</b> Основи техніки сучасної електронної мікроскопії	2-	-	
5	<b>Лекція 5</b> Механізми створення контрасту в електронній мікроскопії та інтерпретація зображень	2		
6	<b>Лекція 6</b> Принципи скануючої мікроскопії як найефективнішої методики досліджень фізичних властивостей речовини на атомному рівні.	2		
7	<b>Лекція 7</b> Основи і застосування скануючої атомно-силової мікроскопії	2		
8	<b>Лекція 8</b> Основи і застосування скануючої тунельної мікроскопії	2		
9	<b>Лекція 9</b> Основи мікроскопії пучків заряджених частинок; методика РІХЕ.	2		
10	<b>Контрольна робота</b>	2		
11	<b>Лабораторна робота.</b> Експериментальні дослідження на електронному мікроскопі та обробка їх результатів.		5	
12	<b>Лабораторна робота.</b> Експериментальні дослідження на атомно-силовому мікроскопі та обробка їх результатів.		5	
13	<b>Самостійна робота.</b> Дистанційна лабораторна робота. Ядерний мікрозонд			20
14	<b>Самостійна робота.</b> Прийняти і обґрунтувати рішення по виконанню дистанційної лабораторної роботи.			20
15	<b>Самостійна робота</b> Продемонструвати навички самостійного використання і вивчення літератури по темі при розв'язанні реальних задач наукових досліджень.			20
<b>ВСЬОГО</b>		<b>20</b>	<b>10</b>	<b>60</b>
1	<b>Лекція 10</b> Вступ до спектроскопічних методів дослідження та мас-спектрометрії	2		
2	<b>Лекція 11</b> Фізичні принципи отримання спектру ЯМР, блок-схема ЯМР-спектрометра	2		
3	<b>Лекція</b> Практичні аспекти отримання спектрів ЯМР	2		

4	<b>Лекція 12</b> Основні параметри спектрів ЯМР – інтегральна інтенсивність сигналів, хімічні зсуви, константи спин-спінової взаємодії	2-	-	
5	<b>Лекція 13</b> Приклади інтерпретації спектрів ЯМР	2		
6	<b>Лекція</b> Сучасні методики ЯМР, їх застосування в біології	2		
7	<b>Лекція 14</b> Основи і застосування мас-спектрометрії	2		
8	<b>Лекція 15</b> Основи і застосування інфрачервоної спектроскопії	2		
9	<b>Лекція16</b> Основи і застосування електронної спектроскопії	2		
10	<b>Контрольна робота</b>	2		
11	Розв'язок практичних задач.		5	
12	Розв'язок практичних задач.		5	
13	Розв'язок практичних задач.			20
14	Робота з програмами візуалізації спектрів			20
15	Робота з програмами візуалізації спектрів			20
<b>ВСЬОГО</b>		<b>20</b>	<b>10</b>	<b>60</b>

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

Лекцій – **40 год.**

Практичні заняття – **20 год.**

Самостійна робота – **120 год.**

#### **. 9. Рекомендовані джерела**

**Основна (Базова):**

1. В.К. Johnson «Optics and Optical Instruments». – Dover Publications, Inc., 1960.
2. Практическая растровая электронная микроскопия. Под ред. Дж Голдстейна и Х. Яковица. М. Мир. 1978
3. Жу У., Уанге Ж.Л. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий, М.БИНОМ, 2013
4. William D.B., Carter C.B. «Transmission electron Microscopy. A Textbook for Materials Science». Springer., 2009.
5. Горячко А.М., Кулик С.П., Прокопенко. О.В. «Основи Скануючої Зондової Мікроскопії та Спектроскопії» - К.: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2011, ч. 1-2.
6. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. - 493 с.
7. Воловенко Ю.М., Комаров І.В., Туров О.В., Хиля В.П. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу для хіміків. Видавництво Київського університету, Київ, 2017 р., 685 с.
8. Воловенко Ю.М., Комаров І.В., Туров О.В., Хиля В.П. Практикум зі спектроскопії ЯМР. Видавництво Київського університету, Київ, 2016 р., 335 с.
9. Amino acids, peptides and proteins (Ed. Andrew B. Hughes), Vol. 5. Analysis and functions of amino acids and peptides. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2016.
10. An Introduction to Electron Microscopy (EM). David G. RobinsonUlrich EhlersRainer HerkenBernd HerrmannFrank MayerFriedrich-Wilhelm Schürmann, Springer-Verlag, 2018.

**Додаткова:**

1. Лисоченко С.В., Сусь Б.Б. Практикум з основ сучасної мікроскопії. К.: Київський університет, 2016



2. Личенко В.В., Вдовенков А. А., Лисоченко С.В. Використання СЕМ HITACHI S-806 у мікроелектроніці – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Ultradruk", 2020. – 62с. ISBN 978-617-7847-17-4

3 . Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. Издательство: М.: Мир, 1992, 228 с.

### **Интернет-ресурси**

1. Віртуальний мікроскоп [Електронний Ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://virtual.itg.uiuc.edu/> – Назва з екрану.
2. The Virtual Labs Series produced by the Howard Hughes Medical Institute (HHMI) [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.hhmi.org/biointeractive/vlabs/> – Title from the screen.
3. Welcome to virtualdub.org! – virtualdub.org [Electronic Resource]. – Mode of access : URL <http://www.virtualdub.org/> – Title from the screen.
4. <http://iht.ddns.info:51515/moodle/>
5. SRIM & TRIM: James Ziegler [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.srim.org/> – Title from the screen.
6. Протонний мікроскоп [Електронний Ресурс]. – Режим доступу : URL : [http://iht.univ.kiev.ua/virtual-lab/microzond/story\\_html5.html](http://iht.univ.kiev.ua/virtual-lab/microzond/story_html5.html) – Назва з екрану.
7. Атомно-силовий мікроскоп [Електронний Ресурс]. – Режим доступу : URL : [http://iht.univ.kiev.ua/virtual-lab/microzond/story\\_html5.html](http://iht.univ.kiev.ua/virtual-lab/microzond/story_html5.html) – Назва з екрану
8. Київський ядерний мікрозонд : Візуальний посібник лабораторної роботи <http://iht.univ.kiev.ua/uk/library/e-books/elektronni-metodichni-posibniki>
9. Microscope Training [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://virtual.itg.uiuc.edu/training/#animations> – Title from the screen.

## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основна: (Базова)*

1. Клевець М.Ю. Фізіологія людини і тварин , книга 1,ЛНУ, 2000
2. Клевець М.Ю. , Манько В.В. Фізіологія людини і тварин , книга 2,ЛНУ, 2002
3. Шуба М.Ф., Давидовська Т.Л., Жолос О.В. та ін. Електробіофізика, УФЦ, 2002
4. Давидовська Т.Л., Мірошниченко М.С., Прилуцький Ю.І., Жолос О.В. Теоретичні та експериментальні основи електробіофізики, УФЦ, 2006
5. Давидовська Т.Л., Мірошниченко М.С. , Прилуцький Ю.І., Жолос О.В. Теоретичні та експериментальні основи біофізики електричних явищ , УФЦ, 2006 ,
6. Давидовська Т.Л., Ляховецький Р.В., Жолос О.В. та ін. Біофізика. Спецпрактикум з електробіофізики, УФЦ, 2006
7. Костюк П.Г., Зима В.Л, Магура І.С. та ін., Біофізика , БВПЦ «Київський університет», 2008
8. Шуба Я.М. Основи молекулярної фізіології іонних каналів, Наукова думка, 2010
9. Давидовська Т.Л., Цимбалюк О.В., Грабчук Г.П. та ін. Фізика біосистем ,КОМПРИНТ, 2016
10. Давидовська Т.Л., Грабчук Г.П., Цимбалюк О.В. та ін. Методичні розробки з дисципліни «Електробіофізика» ЦП «КОМПРИНТ»,
11. Цимбалюк О.В. Толстанова Г.М., Войтешенко І.С., Давидовська Т.Л. та ін. Молекулярна фармакологія, ЦП КОМПРИНТ, 2019

### *Додаткова:*

1. Scott JD, Pawson T. Cell communication: the inside story // Sci Am.-2000.-V.282.-N 6.-P. 72-79.
2. Gomperts B.D., Kramer I.M., Tatham P.E.R. Signal transduction, 2002.
3. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика, М., БИНОМ ,2009
4. Cell Physiology Sourcebook: A Molecular Approach: Academic Press, Third Edition, 2001
5. Філімонов В.І. Фізіологія людини, 2021
6. Scott JD, Pawson T. Cell communication: the inside story // Sci Am.-2000.-V.282.-N 6.-P. 72-79
7. Mierke C.T. Cellular mechanics and biophysics : structure and function of basic cellular components regulating cell mechanics (biological and medical physics, biomedical engineering), Springer, 2020.

### *Інтернет-ресурси:*

1. Молекулярний докінг AutoDockTools.  
<http://autodock.scripps.edu/resources/adt>.
2. Молекулярна динаміка Gromacs.  
<http://www.gromacs.org/>.
3. Симуляція молекулярної динаміки Molecular Dynamics Simulator (NAMD).  
<http://www.ks.uiuc.edu/Research/namd>.
4. Банк даних білків (Protein Data Bank, PDB).  
<http://www.pdb.org/pdb/home/home.do>  
<http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>.
5. Віртуальна лабораторія MolDynGrid  
<http://moldyngrid.org/main.php>.  
База хімічних сполук  
PubChem  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>