

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Інститут високих технологій**

Кафедра супрамолекулярної хімії



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ  
для студентів**

галузь знань	№16	«Хімічна та біоінженерія»
спеціальність	№162	«Біотехнології та біоінженерія»
освітній рівень		Магістр
освітня програма		«Високі технології (Біотехнологія)»
вид дисципліни		<u>вибіркова</u>

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Булавко Г.В.

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

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.


(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2021**

Розробник: Булавко Геннадій Володимирович, кандидат хімічних наук , доцент  
кафедри супрамолекулярної хімії

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 «*25*» *березня* 2021 року № *8*

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

« *05* » \_\_\_\_\_ *03* 2021 року

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з новими можливостями сучасного наноматеріалознавства, завдяки переходу від макро- спочатку до мікро-, а потім і до наносвіту. У курсі розглянуті питання, які стосуються класифікації наноматеріалів, методів їх отримання, дослідження, а також розглянуто існуючі та перспективні напрямки практичного застосування нанорозмірних матеріалів.

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

1. Володіння науково-теоретичним та практичним матеріалом навчальних дисциплін, які викладаються студентам освітнього рівня «Бакалавр».

2. Вміти цілеспрямовано та коректно до завдання досліджень самостійно застосовувати знання з загальної та неорганічної хімії, фізики, матеріалознавства, колоїдної хімії та ін. дисциплін, виконувати лабораторні та практичні роботи, добре володіти методами мікроскопії, працювати з науково-методичною літературою.

3. Володіти елементарними навичками роботи з матеріалами та обладнанням, що використовуються в фізико-хімічних лабораторіях.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

У результаті вивчення курсу надаються знання про класифікацію та поділ наноструктур на нульвимірні, одновимірні та двовимірні; основні фізичні явища та особливості перебудови енергетичного спектру в низькорозмірних напівпровідникових системах; особливості прояву квантово-розмірних ефектів в нульвимірних, одновимірних та двовимірних структурах; явище квантування енергетичного спектру електронів в сильних магнітних полях як в об'ємних напівпровідниках, так і в двовимірних системах; оптичні процеси за участю екситонних збуджень в квантових точках різного радіуса; основні технологічні методи одержання квантових шарів, нанониток, наночастинок та надграток; класифікацію напівпровідникових надграток та їхні фізичні властивості; можливості практичного застосування напівпровідникових квантових структур і надграток в опто-, мікро-, наноелектроніці та сучасних технологіях. Особлива увага приділяється методам дослідження нанорозмірних об'єктів: атомно-силовій мікроскопії, тунельній мікроскопії, електронній мікроскопії, флуоресцентній мікроскопії та ін.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

*Навчання дисципліні має на меті розвинути у студентів такі компетентності:*

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.

K11. Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання, в тому числі методів біоінформатики.

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.

K13. Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.

K14. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біотехнології в контексті загального розвитку науки і техніки.

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

## 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	Мати уявлення про наноматеріалів та їхні відмінності від макро- та мікрооб'єктів. Знати класифікацію наноматеріалів	Лекція	Модульна контрольна робота, залік	30
1.2	Знати основні групи методів дослідження наноб'єктів. Знати групи загальних та специфічних методів дослідження наноматеріалів.	Лекція		
1.3	Знати основні методи мікроскопії (атомно-силової, тунельної, електронної, оптичної) для дослідження наноматеріалів	Лекція	Модульна контрольна робота, залік	30
1.4	Знати властивості, технологічні аспекти отримання та застосування окремих класів наноматеріалів, зокрема, фулеренів. Основні закони теоретичного опису наноструктур та аналізу їхніх властивостей	Лекція		
2.1	Вміти працювати з приладами, виконувати необхідні вимірювання у віртуальному і реальному режимах та давати оцінку одержаним результатам.	Лабораторне заняття	Звіт Контрольна робота	10
2.2	Вміти прогнозувати підходи щодо отримання новітніх наноматеріалів із наперед заданими фізичними властивостями і досліджувати їхні	Лабораторне заняття	Звіт	10

	властивості.			
3.1	Вміти використовувати сучасні мікроскопічні та спектроскопічні методи	Лабораторне заняття	Звіт	10
4.1	Вміти самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнювати науково-технічну інформацію.	Лабораторне заняття	Підготовка презентації	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>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>3.1</b>	<b>4.1</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.			+			+		
ПР11. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами, обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, інновації та/або управління виробництвом і біотехнології.					+	+		
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	+	+	+	+	+	+		+
ПР25. Застосовувати сучасні технології матеріалознавства та хімічні технології для розробки/використання новітніх комбінованих біотехнологій.	+	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1.1; 1.2. – 10 балів/ 5 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.3; 1.4 – 10 балів/ 5 балів
3. Лабораторні заняття – РН 2.1; 2.2; 3.1 – 30 балів/15 балів
4. Оцінювання презентації РН 4.1 – 10 балів/ 5 балів

#### - підсумкове оцінювання: у формі заліку

Підсумкова оцінка з освітнього компоненту в цілому: підсумковою формою контролю за яким встановлено залік 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 заліку.

Формою проведення заліку є контрольна робота. Результатами навчання, які оцінюються в контрольній роботі, є РН 1.1-1.4. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

#### - умови допуску до підсумкового заліку:

Обов'язковим для іспиту є успішне написання 2 модульних контрольних робіт (по кожній не менше 50% правильних відповідей), підготовка доповіді, відпрацювання всіх передбачених планом лабораторних занять. Студент не допускається до заліку у випадку, якщо протягом 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 в науково-навчальних лабораторіях з обов'язковою перевіркою кінцевих результатів. Презентація оцінюється після її заслуховування і обговорення з усіма присутніми студентами групи.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни.

### Тематичний план лекцій та лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	лабораторні заняття	Самостійна робота
<b>Розділ 1</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Поняття про нанооб'єкти та їхню класифікацію. Ключові властивості наночастинок та способи одержання наноструктур. Універсальні методи дослідження нанооб'єктів.	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>40</b>
	<b>Лекція 1.</b> Поняття про нанооб'єкти. Класифікація і власивості нанооб'єктів. Перехід від макро- і мікросвіту до нанорозмірів.	2		
	<b>Лекція 2.</b> Класифікація методів дослідження наноматеріалів. Переваги і недоліки різних груп методів дослідження нанооб'єктів.	2		
	<b>Самостійна робота 1.</b> Підходи до класифікації нанооб'єктів. Унікальні Властивості нанооб'єктів.			20
	<b>Лекція 3.</b> Оптичні методи дослідження і оптична мікроскопія. Конфокальна мікроскопія. Конфокальний мікроскоп. Скануюча оптична мікроскопія ближнього поля.	2		
	<b>Лекція 4.</b> Скануюча кельвінівська мікроскопія та можливості її використання при дослідженні наноматеріалів.	2		
	<b>Лабораторна робота 1.</b> Правила техніки безпеки при роботі з приладами. Ознайомлення з приладами і принципом їх роботи.		2	
	<b>Лекція 5.</b> Атомно-силова мікроскопія та атомно-силовий мікроскоп. Принцип роботи та можливості використання.	2		
	<b>Лекція 6.</b> Скануюча електронна мікроскопія та її застосування. Скануючий електронний мікроскоп. Просвічуюча електронна мікроскопія. Просвічуючий електронний мікроскоп.	2		
	<b>Самостійна робота 2.</b> Порівняння контактного, напівконтактного і безконтактного режимів роботи атомно-силового мікроскопу. Маніпулювання нанооб'єктами за допомогою атомно-силового мікроскопу.			20
2	<b>Тема 2.</b> Специфічні методи дослідження наноматеріалів, можливості їх використання, переваги і недоліки.	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>32</b>

<b>Лекція 7.</b> Дифракційні методи дослідження наноматеріалів (рентгенівські, електронні, нейтронні).	2		
<b>Лабораторна робота 2.</b> Знайомство з принципом роботи тунельного мікроскопу та вимогами щодо підготовки зразків для тунельної мікроскопії.		2	
<b>Лабораторна робота 3.</b> Знайомство з роботою скануючого електронного мікроскопу. Підготовка зразків для СЕМ-досліджень.		2	
<b>Лекція 8.</b> Наногравіметрія і її застосування в дослідженні наноматеріалів.	2		
<b>Самостійна робота 3.</b> Знайомство зі світовою науковою періодикою, присвяченою створенню і дослідженню наноматеріалів.			16
<b>Лабораторна робота 4.</b> Вибір оптимального методу досліджень відповідно до специфіки зразка. Підбір найкращого режиму роботи мікроскопу.		2	
<b>Лекція 9.</b> Фемто- і наносекундна спектроскопія та її застосування. Рентгенівська спектроскопія (XAS, EXAFS). Люмінесцентна мікроскопія і її застосування.	2		
<b>Лабораторна робота 5.</b> Підбір барвника і виготовлення зразків для досліджень методами люмінесцентної спектроскопії.		2	
<b>Лекція 10.</b> Терагерцова спектроскопія і її використання в дослідженні наноматеріалів.	2		
<b>Самостійна робота 4.</b> Підготовка презентацій згідно обраних тем.			16
<b>Лабораторна робота 6.7</b> Виготовлення зразків для досліджень рентгенівськими методами.		2	
<b>Лекція 11.</b> Нелінійно-оптичні методи діагностики поверхні наноструктур. Нанодіагностика за допомогою електронних і іонних пучків.	1		4
<b>Лекція 12.</b> Методи локального і нелокального аналізу поверхні (Auger, XPS).	1		4
<b>Лекція 13.</b> Мас-спектрометрія вторинних іонів.	1		
<b>Лабораторна робота 7.</b> Заслуховування доповідей по презентаціям студентів і їх обговорення.		4	
<b>Лекція 14.</b> Залікове заняття.	1		
<b>ВСЬОГО</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>80</b>



**Загальний обсяг 120** год., в тому числі:

Лекцій – **24** год

Лабораторні заняття – **16** год.

Самостійна робота – **80** год.

### **9. Рекомендовані джерела:**

**Основна:** (Базова)

1. Елисеєв А.А., А.В. Лукашин. Функциональные наноматериалы – М.: ФИЗМАТЛИТ – 2010. – 456с.
2. Волков С.В., Є.П. Ковальчук, В.М.Огенко, О.В. Решетняк. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали. Київ - Наукова думка -2008 - 424с.
3. Сергеев Г.Б. . Нанохимия. - М.: Издательство МГУ - 2003.
4. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий – М.: Бином – 2010 – 431с.
5. Пул, Ч., Оуэнс. Ф. Нанотехнологии. М. -Техносфера -2004.
6. Суздалев И.П. Нанотехнологии: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: Комкнига – 2006 – 592с.
7. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: Учеб.пособие/ Р.А.Андриевский, А.В. Рагуля.-М.:Academia, 2005.-187с.

### **Додаткова:**

1. Shuwen Zeng, Dominique Baillargeat, Ho-Pui Ho and Ken-Tye Yong *Chem. Soc. Rev.*, 014,**43**, 3426-3452
2. Hangxun Xu, Brad W. Zeiger and Kenneth S. Suslick, *Chem. Soc. Rev.*, 2013,**42**, 2555-2567.
3. "Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties". Royal Society and Royal Academy of Engineering. July 2004. Retrieved 13 May 2011.
4. Lu Bai, Xiuju Ma, Junfeng Liu, Xiaoming Sun, Dongyuan Zhao, David G. Evans J. AM. CHEM. SOC. 2010, *132*, 2333–2337.
5. Gang Chen, Yong Wang, Li Huey Tan, J. AM. CHEM. SOC. 2009, *131*, 4218–4219.
6. Суздалев И.П., Суздадев П.И. Нанокластеры и нанокластерные системы. // Успехи Химии. 2001. Т.70. №.3. С.203-240.
7. Еремін В.В. Нанохімія і нанотехнологія Лекції 1-4. М: «Первое сентября» – 2009 – 91.
8. Рыжонков Д.И., Дзидзигури Э.Л., Левина В.В. Наноматериалы, - Наноматериалы - Бином. Лаборатория знаний - 2010 – 365с

### **Интернет-ресурси:**

1. <http://www.nanometer.ru>
2. <http://www.nanonewsnet.ru/>
3. <http://www.rusnano.com>
4. <http://ipt.arc.nasa.gov>
5. <http://nanotechweb.org>