

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Інститут високих технологій

Кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора
з науково-педагогічної роботи

Галина ГРАБЧУК

«22» березня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ
для студентів**

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

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
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)

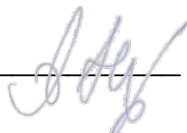
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробник: Булавко Геннадій Володимирович., к.х.н., доцент кафедри

супрамолекулярної хімії

«ЗАТВЕРДЖЕНО» Завідувач кафедри
молекулярної біотехнології та біоінформатики

 Олексій НИПОРКО

Протокол № 7 від «5» лютого 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією

«Інституту високих технологій»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «5» березня 2021 року № 3

Голова науково-методичної комісії  Наталя РУСІНЧУК

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):

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.
- ЗК9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК10. Здатність спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою, як усно, так і письмово.
- 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
- 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.
- ФК3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.
- 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.

ФК12. Розуміння етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність)

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 нанооб'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 досліджувати їхні властивості.	Лабораторне заняття	Звіт	10
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

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання	1	2	3	4
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.	+	+	+	+
P3.	Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.	+	+		+
P4.	Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.	+	+		+
P5.	Володіти методами комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.		+	+	+
P6.	Знати методологію та організації наукового дослідження.				
P7.	Вільно спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою з професійних питань, усно і письмово презентувати результати досліджень з хімії іноземною мовою, брати участь в обговоренні проблем хімії.			+	
P8.	Вміти ясно і однозначно донести результати власного дослідження до фахової аудиторії та/або нефакхівців.			+	
P9.	Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.	+	+	+	+
P10.	Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.		+	+	+
P11.	Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організовувати свою роботу і роботу колективу, складати звіт.	+	+	+	+
P12.	Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.			+	+

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.	+	+	+	+
P15. Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження.	+	+		
P16. Використовувати інформаційно-комунікаційні технології для вирішення загальних професійних задач.	+	+	+	+
P17. Працювати з хімічними та біологічними базами даних.	+	+		
P18. Проводити молекулярний дизайн каталізаторів, фотопровідних полімерних композитів та колоїдних розчинів наноматеріалів.	+	+		
P19. Проводити швидкий синтез та комп'ютерну генерацію різних структурно споріднених біологічно активних сполук чи матеріалів для високопродуктивного біологічного скринінгу одержаних речовин.	+	+		+
P20. Знати основні принципи виведення на ринок нового фармацевтичного препарату.	+	+	+	+
P21. Знати основні принципи роботи напівпровідникових хімічних сенсорів на основі наноматеріалів та розуміти алгоритми їх створення	+	+	+	+

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

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / 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
Розділ 1				
1	Тема 1. Поняття про наноб'єкти та їхню класифікацію. Ключові властивості наночастинок та способи одержання наноструктур. Універсальні методи дослідження наноб'єктів.	12	2	40
	Лекція 1. Поняття про наноб'єкти. Класифікація і властивості наноб'єктів. Перехід від макро- і мікросвіту до нанорозмірів.	2		
	Лекція 2. Класифікація методів дослідження наноматеріалів. Переваги і недоліки різних груп методів дослідження наноб'єктів.	2		
	Самостійна робота 1. Підходи до класифікації наноб'єктів. Унікальні Властивості наноб'єктів.			20
	Лекція 3. Оптичні методи дослідження і оптична мікроскопія. Конфокальна мікроскопія. Конфокальний мікроскоп. Скануюча оптична мікроскопія ближнього поля.	2		
	Лекція 4. Скануюча кельвінівська мікроскопія та можливості її використання при дослідженні наноматеріалів.	2		
	Лабораторна робота 1. Правила техніки безпеки при роботі з приладами. Ознайомлення з приладами і принципом їх роботи.		2	

	Лекція 5. Атомно-силова мікроскопія та атомно-силовий мікроскоп. Принцип роботи та можливості використання.	2		
	Лекція 6. Скануюча електронна мікроскопія та її застосування. Скануючий електронний мікроскоп. Просвічуюча електронна мікроскопія. Просвічуючий електронний мікроскоп.	2		
	Самостійна робота 2. Порівняння контактного, напівконтактного і безконтактного режимів роботи атомно-силового мікроскопу. Маніпулювання нанооб'єктами за допомогою атомно-силового мікроскопу.			20
2	Тема 2. Специфічні методи дослідження наноматеріалів, можливості їх використання, переваги і недоліки.	16	12	32
	Лекція 7. Дифракційні методи дослідження наноматеріалів (рентгенівські, електронні, нейтронні).	1		
	Лабораторна робота 2. Знайомство з принципом роботи тунельного мікроскопу та вимогами щодо підготовки зразків для тунельної мікроскопії.		2	
	Лабораторна робота 3. Знайомство з роботою скануючого електронного мікроскопу. Підготовка зразків для СЕМ-досліджень.		2	
	Лекція 8. Наногравіметрія і її застосування в дослідженні наноматеріалів.	1		
	Самостійна робота 3. Знайомство зі світовою науковою періодикою, присвяченою створенню і дослідженню наноматеріалів.			16
	Лабораторна робота 4. Вибір оптимального методу досліджень відповідно до специфіки зразка. Підбір найкращого режиму роботи мікроскопу.		2	
	Лекція 9. Фемто- і наносекундна спектроскопія та її застосування. Рентгенівська спектроскопія (XAS, EXAFS). Люмінесцентна мікроскопія і її застосування.	1		
	Лабораторна робота 5. Підбір барвника і виготовлення зразків для досліджень методами люмінесцентної спектроскопії.		2	
	Лекція 10. Терагерцова спектроскопія і її	1		

	використання в дослідженні наноматеріалів.			
	Самостійна робота 4. Підготовка презентацій згідно обраних тем.			16
	Лабораторна робота 6.7 Виготовлення зразків для досліджень рентгенівськими методами.		2	
	Лекція 11. Нелінійно-оптичні методи діагностики поверхні наноструктур. Нанодіагностика за допомогою електронних і іонних пучків.	2		2
	Лекція 12. Методи локального і нелокального аналізу поверхні (Auger, XPS).	2		2
	Лекція 13. Мас-спектрометрія вторинних іонів.	2		2
	Лабораторна робота 7. Заслуховування доповідей по презентаціям студентів і їх обговорення.		4	2
	Лекція 14. Залікове заняття.	2		
	ВСЬОГО	24	16	80

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **24** год

Лабораторні заняття – **16** год.

Самостійна робота – **80** год.

9. Рекомендовані джерела:

Основна: (Базова)

1. Волков С.В., Є.П. Ковальчук, В.М.Огенко, О.В. Решетняк. *Нанохімія, наносистеми, наноматеріали. Київ - Наукова думка -2008 - 424с.*

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.

Інтернет-ресурси:

1. <http://ipt.arc.nasa.gov>
2. <http://nanotechweb.org>