

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
Навчально-науковий інститут високих технологій  
Кафедра супрамолекулярної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора  
з навчальної роботи

Грабчук Г.П.

«24» травня 2022 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### НАНОХІМІЯ

для студентів

галузь знань №10 «Природничі науки»  
спеціальність №105 «Прикладна фізика та наноматеріали»  
освітній рівень Бакалавр  
освітня програма «Нанофізика та комп'ютерні технології»  
вид дисципліни вибіркова

---

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	4.0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Гринь С.В.

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

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

КИЇВ – 2022

Розробники:

Гринь Світлана Валеріївна, кандидат хімічних наук, доцент кафедри супрамолекулярної хімії

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Зав. кафедри нанофізики конденсованих середовищ

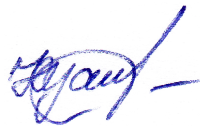
  
\_\_\_\_\_ Валерій Скришевський

Протокол № 5 від «19» квітня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією інституту високих технологій

Протокол від «13» травня 2022 року № 4

Голова науково-методичної комісії



Русінчук Н. М.

## ВСТУП

1. **Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з методами одержання, будовою, властивостями та практичним застосуванням наноматеріалів різних типів (наноструктуровані вуглецеві матеріали, метали, напівпровідники, оксиди, композитні матеріали, частинки «ядро-оболонка» тощо), які необхідні для каталізу, медичної хімії, приладобудування, електроніки та енергетики. .

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

1. Знати основи загальної, неорганічної та органічної хімії та мати уявлення про будову речовин різних типів.
2. Користуватися науковою літературою, аналізувати існуючі технологічні підходи до отримання матеріалів різних класів, прогнозувати та пояснювати їх фізико-хімічні властивості.
3. Володіти навичками хімічних розрахунків.

### 3. Анотація навчальної дисципліни:

**Предметом** курсу є наноматеріали, способи їх одержання, структура та властивості. Курс складається з двох змістових модулів. В першому викладено класифікацію наноматеріалів, загальні підходи їх одержання, специфіка властивостей наноструктур порівняно з макроструктурами. Розглянуті наноструктури, що виникають на межі розділу фаз та міцелярні структури, методи одержання та стабілізації наночастинок металів.

У другому ЗМ розглядаються способи одержання та властивості наноматеріалів на основі вуглецю та елементів II-VI груп ПСЕ, в тому числі тих напівпровідникові., також розглянуто оксидні та композитні матеріали, зокрема оксиди елементів III-V груп, будова їх поверхні та способи модифікування таких матеріалів, а також композити різних типів на їх основі.

### 4. Завдання (навчальні цілі):

Навчання дисципліні має на меті розвивати у студентів такі компетентності:

ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 3 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 6 Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 9 Здатність працювати автономно.

ЗК10 Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК 13 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, уміннями, у тому числі в сфері, відмінної від професійної.

ЗК17 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ФК1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

ФК2 Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК3 Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

ФК5 Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК6 Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК9 Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів чи удосконалення існуючих.

ФК10 Здатність реалізовувати автоматизацію експериментальних досліджень у різних сферах науки із використанням сучасних комп'ютерних технологій.

ФК12 Вибірковий блок 1 Здатність розробляти, діагностувати та використовувати пристрої електроніки в сучасній науці.

ФК12 Вибірковий блок 2 Знання фізичних основ сучасного експериментального обладнання та вміння застосовувати їх до вибору, проектування, виготовлення та удосконалення вимірювальних приладів для застосувань у природничих науках.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1	<b>Знати:</b> вплив нанорозмірності на фізичні та хімічні властивості речовин та матеріалів; основні способи та методи одержання наноматеріалів в залежності від їх хімічної природи та подальшого застосування;	лекції	Письмова контрольна робота	30%
1.2	<b>Знати:</b> методи встановлення хімічного складу, структури та текстурних параметрів наноматеріалів; -фери застосування наноматеріалів різних типів.	Лекції	Модульна контрольна робота: 2-3 запитання	30%
2.1	<b>Вміти</b> одержувати наноматеріали різних типів (наночастинки металів, силікагелі) та аналізувати оптичні або структурно-сорбційні характеристики одержаних наночастинок;	Лабораторні роботи	Звіт по лабораторних роботах	10%
3.1.	<b>Вміти</b> робити наукові та науково-популярні доповіді за тематикою курсу, готувати презентації	Самостійна робота	Доповідь	15%
4.1	<b>Прийняти і обгрунтувати рішення</b> (на основі аналізу літературних даних) щодо оптимальної методики одержання функціональних наноматеріалів та методи їх характеристики.	лекція, самостійна робота	Доповідь	15%

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

	Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	2.1	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання</b>						
ПРН 3 Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.		+	+	+	+	+
ПРН 5 Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.				+		+
ПРН 6 Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.					+	+
ПРН 9 Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.			+		+	+

Результати навчання дисципліни			1.1	1.2	2.1	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання</b>							
ПРН 3	Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.		+	+	+	+	+
ПРН 5	Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.				+		+
ПРН 6	Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.					+	+
ПРН 09	Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.		+	+			
ПРН 16	Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики зі спеціалізацією в сфері нанофізики. ПРН 16				+		+
ПРН20-2	Вибірковий блок 2: Обслуговувати, діагностувати та удосконалювати існуючі експериментальні установки, що використовуються для різних потреб в галузі фізики, хімії та біології.		+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Модульні контрольні роботи: РН 1.1-1.3, 4.1 - 60 балів/36 бали.

2. Самостійна семестрова робота: РН 2.1. – 30 балів/20балів.

3. Доповідь під час лекції: РН 1.4,3.1 - 10 балів/4 балів.

Усього: 100 балів/60 балів.

#### - підсумкове оцінювання: відсутнє.

Оцінювання	Min	Max
	60	100

### 7.2 Організація оцінювання:

Протягом семестру студенти пишуть 2 модульні письмові контрольні роботи. Одна- після завершення ЗМ1, друга- після завершення вивчення курсу на останній лекції. Контрольні роботи спрямована на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій за весь семестр. Модульна контрольна робота вважається складеною, якщо студент дав вірні відповіді на половину та більше запитань, в залежності від їх рівня складності. Студент має право протягом семестру переписати 1 контрольну роботу, якщо вона написана незадовільно.

Протягом семестру студенти виконують лабораторні роботи, за результатами чого готують письмові та усні звіти. лабораторна робота вважається виконаною, якщо студент особисто провів необхідні експерименти та/або розрахунки та представив результати у вигляді протоколу.

Протягом семестру студенти працюють над усною доповіддю (презентацією про один з наноматеріалів, які вивчалися протягом семестру, методи одержання наноматеріалів або споріднених систем, перспективи використання наноматеріалів у медицині тощо). В доповіді повинні бути наведені додаткові (окрім вивчених на лекціях) відомості про матеріал, та його практична значимість.

Студент отримує залік лише за умови успішного виконання кожного з трьох оцінювань хоча

б на мінімально можливий бал: написання модульних контрольних робіт, виконання лабораторних, представлення доповіді.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59



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

1	<b>Тема 1.</b> Основні визначення, способи одержання та методи характеристизації наноматеріалів. Хімічні та фізичні, конденсаційні та диспергаційні методи одержання нанодисперсних систем різної природи. Розмірні ефекти в наноматеріалах.	6		8
2	<b>Тема 2.</b> Наноструктуровані об'єкти на межі розділу фаз. Розчини поверхнево-активних речовин. Уявленн про емульсії, колоїдні розчини та гелі. Явища самоорганізації на поверхні розділу фаз, пліки Ленгмюра-Блоджетт. Рідкі кристали, різновиди, фазові переходи в них та застосування.	4		8
3	<b>Тема 3.</b> Наночастинки металів. Способи добування, застосування. Методи поверхневого плазмонного резонансу та поверхнево-підсиленої Раман спектроскопії. Сенсори та каталізатори на основі наночастинок металів.	2		8
4	<b>Лабораторна 1.</b> Одержання та дослідження колоїдних розчинів срібла.		6	
5	<b>Лабораторна 2.</b> Дослідження впливу поверхнево-активних речовин на поверхневий натяг та змочування		4	
6	Контрольна робота 1			
<b>ЗМ 2-лекції</b>				
7	<b>Тема 4.</b> Вуглецеві наноматеріали. Фулерени та вуглецеві нанотрубки. Матеріали на основі графену, аморфного вуглецю та нанодисперсного алмазу.	2		8
8	<b>Тема 5.</b> Одержання та властивості кремнієвих наноструктур. Наноматеріали на основі карбїду кремнію, германію, напівпровідників III-V та II-VI.	2		8
9	<b>Лабораторна 3.</b> Розрахунок об'ємного % пор ПК за ваговим та інтерференційним методами		8	
10	<b>Тема 6.</b> Оксидні наноматеріали. Наноструктуровані матеріали на основі аморфного SiO <sub>2</sub> . Особливості хімічної поведінки та застосування кремнеземних матеріалів. Оксидні наноматеріали впорядкованої будови (цеоліти) та їх застосування в каталізі.	4		8
11	<b>Лабораторна 4.</b> Визначення концентрації силанольних груп на поверхні силікагелю		6	
12	<b>Лабораторна 5.</b> Одержання нанорозмірного оксиду цинку та визначення його фотокаталітичних властивостей		4	

13	<p><b>Тема 7.</b> Матеріали на основі <math>Al_2O_3</math>: одержання, властивості застосування. Магнітні наночастинки <math>Fe_3O_4</math>. Наночастинки <math>TiO_2</math> та їх фотокаталітичні властивості. Матеріали на основі <math>ZrO_2</math>, вплив поліморфної модифікації на властивості. Сульфатований оксид цирконію. <math>SnO_2</math>–напівпровідниковий оксид, основа сенсорів. Композитні матеріали на основі оксидів елементів III-VI груп.</p>	4		8
13	<p><b>Тема 8.</b> Частинки «ядро-оболонка» (core - shell). Методи одержання, застосування. Технологія</p>	4		8

	«layer-by-layer» для створення наноструктур. Наночастинки для доставки лікарських засобів в організмі. Наноматеріали в енергетиці: проблема зберігання водню.			
14	Контрольна робота 2			
<b>Лабораторні роботи</b>				
	<b>ВСЬОГО<sup>1</sup></b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>64</b>

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

Лекцій – **24 год.**

Лабораторні - **16 год.**

Самостійна робота - **80 год.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основна: (Базова)*

1. Зайцев В.М., Савранський Л.І.. Функціоналізовані пористі матеріали для аналітичної хімії, Київ. - 2005.
2. Roy S., Gosh Ch., (ed.). Nanotechnology Synthesis to Applications, - Taylor & Francis Group, LLC, – 2018.
3. Balzani V., Credi A., Venturi M., Molecular Devices and Machines: a Journey to the NanoWorld. Willey, 2002.
4. Nalva H.S. (ed.).- Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology (in 10 Vol.)- ASP. –2004.
5. Papazoglou. E.S., A. Parthasarathy, BioNanotechnology - Morgan&Claypool Publishers –2020.
6. Rao C.N.R., Muller A. and Cheetham A.K. (ed.) Nanomaterials Chemistry: Recent Developments and New Directions. .Wiley. – 2007.
7. Klabunde K.J. (ed.) Nanoscale materials in chemistry. Wiley. – 2001
8. Волков С.В. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали. /С.В.Волков, Є.П.Ковальчук, В.М.Огенко, О.В.Решетняк. – Київ: Наукова думка, 2008.– 424с.
9. Колоїдна хімія: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем: Навч. посібник / М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М.Глазкова та ін. / Харк. держ. аграр. ун-т, 2001. – 219 с.

### *Додаткова:*

1. Лисичкин Г.В. Химия привитых поверхностных соединений. М.: Физматлит. - 2003.
2. Шабанова. Н.А., Саркисов П.Д., Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. – М.: Академкнига. – 2004.
3. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд, И.Е. Наночастицы металлов в полимерах М.: Химия. – 2000.
4. Canham, L. T., (ed.); Properties of Porous Silicon; ,; INSPEC, The IEE: London. - 1997.
5. Buriak, J.M. Organometallic Chemistry on Silicon and Germanium Surfaces, Chem. Rev. 2002, 102(5), 1271 - 1308.

6. Fainerman V.B., Mobius D., R. Miller R., Surfactants Chemistry, Interfacial Properties, Applications, Elsevier Science.: 2002.
  7. P. Jutzi, U. Schubert, Silicon Chemistry. From the Atom to Extended Systems, Wiley.:2003.
  8. Wang Y., A. , Angelatos A. S. and Caruso F., Template Synthesis of Nanostructured Material via Layer-by-Layer Assembly, Chem. Mater. 2008, 20, 848–858.
  9. Solomon S.D., Bahadory M., Jeyarajasingam A.V., Rutkowsky S.A., Boritz Ch., Mulfinger L., J. Chem. Ed. 2007, 84(2), 322 – 325.
  10. Воюцкий. С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия. – 1975.
  11. Пул Ч. , Оуэн Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера. – 2004.
  11. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость: пер. с англ. - 2-е изд. – М.: Мир, 1984.
  13. К. Танабе. Катализаторы и каталитические процессы. М.: Мир, 1993.
-

|

***Інтернет-ресурси:***

1. <https://www.nanoscience.com/>
2. <https://www.scipy.org/>
3. <http://nano-conference.iop.kiev.ua/>