




Розробники:

Гринь Світлана Валеріївна, доцент, кафедра супрамолекулярної хімії

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

Зав. кафедри

  
\_\_\_\_\_

(Сергій РЯБУХІН)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

**Протокол № 7 від «19» серпня 2022 року**

Схвалено науково - методичною комісією Навчально-наукового інституту високих технологій

**Протокол 1 від «09 вересня 2022 року**

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_



Наталія РУСІНЧУК

## 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:

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК02. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК06. Здатність генерувати нові ідеї (креативність), а також формулювати судження, маючи неповну або обмежену інформацію.

ЗК14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел

ФК01. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК04. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження

ФК06. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

ФК08. 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.

ФК09. Здатність обирати оптимальні методи та методика дослідження.

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	<b>Знати:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• вплив нанорозмірності на фізичні</li></ul>	лекції	Письмова контрольна робота	30%

	та хімічні властивості речовин та матеріалів; • основні способи та методи одержання наноматеріалів в залежності від їх хімічної природи та подальшого застосування;			
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 обґрунтувати 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>					
ПРН1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук..	+	+	+	+	+
ПРН3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.				+	+
ПРН9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними..	+	+	+	+	+
ПРН18. Проводити молекулярний дизайн каталізаторів, фотопровідних полімерних композитів та колоїдних розчинів наноматеріалів.		+	+		+
ПРН 21. 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. 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
Семестрове оцінювання	60	100
<b>Всього</b>	60	100

## 7.2 Організація оцінювання:

Протягом семестру студенти пишуть 2 модульні письмові контрольні роботи. Одна- після завершення ЗМІ, 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

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	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.	4	-	10
2	<b>Тема 2.</b> Наноструктуровані об'єкти на межі розділу фаз . Розчини поверхнево-активних речовин. Уявлення 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		10
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		10
4	Контрольна робота I		X	

<b>ЗМ 2-лекції</b>				
5	<b>Тема 4.</b> Вуглецеві наноматеріали. Фулерени та вуглецеві нанотрубки. Матеріали на основі графену, аморфного вуглецю та нанодисперсного алмазу.	2		10
6	<b>Тема 5.</b> Одержання та властивості кремнієвих наноструктур. Наноматеріали на основі карбїду кремнію, германію, напівпровідників III-V та II-VI.	2		10
7	<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.	2		10
8	<b>Тема 7.</b> Матеріали на основі Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : одержання, властивості застосування. Магнітні наночастинки Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . Наночастинки TiO <sub>2</sub> та їх фотокаталітичні властивості. Матеріали на основі ZrO <sub>2</sub> , вплив поліморфної модифікації на властивості. Сульфатований оксид цирконію SnO <sub>2</sub> – напівпровідниковий оксид, основа сенсорів. Композитні матеріали на основі оксидів елементів III-VI груп.	4		10
9	<b>Тема 8.</b> Частинки «ядро-оболонка» (core - shell). Методи одержання, застосування. Технологія «layer-by-layer» для створення наноструктур. Наночастинки для доставки лікарських засобів в організмі. Наноматеріали в енергетиці: проблема зберігання водню.	4	або х	10
10	Контрольна робота 2			
<b>Лабораторні роботи</b>				
1	<b>1.</b> Одержання та дослідження колоїдних розчинів срібла.		4	
2	<b>2.</b> Синтез нанорозмірного оксиду цинку та дослідження його фотокаталітичних властивостей		4	
3	<b>3.</b> Розрахунок об'ємного % пор ПК за ваговим та інтерференційним методами		4	
4	<b>4.</b> Визначення концентрації силанольних груп на поверхні силікагелю		4	
	<b>ВСЬОГО<sup>1</sup></b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>80</b>

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – 24 год.

Лабораторні - 16 год.

Самостійна робота - 80 год.

## 9. Рекомендовані джерела:

**Основна:** (Базова)

<sup>1</sup> У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається реальна кількість годин (кратне 2 год. – час тривалості пари).

1. Зайцев В.М., Савранський Л.І. Функціоналізовані пористі матеріали для аналітичної хімії, Київ. - 2005.
2. Nanotechnology Synthesis to Applications, S.Roy, Ch.Gosh, (ed.)- - Taylor & Francis Group, LLC, – 2018. 351 с. .
3. Balzani V., Credi A., Venturi M., Molecular Devices and Machines: a Journey to the NanoWorld. Willey, 2002. – 456 p.
4. Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology (in 10 Vol.). H.S. Nalva (ed.)- ASP. – 2004.
5. E.S. Papazoglou, A. Parthasarathy, BioNanotechnology - Morgan&Claypool Publishers - 2020.
6. Nanomaterials Chemistry: Recent Developments and New Directions. C.N.R. Rao, A. Muller and A.K. Cheetham (Eds.). Wiley. – 2007.
7. Nanoscale materials in chemistry. K.J. Klabunde (Ed.). - Wiley. – 2001
8. С.В.Волков, Є.П.Ковальчук, В.М. Огенко , О.В.Решетняк «Нанохімія, наносистеми, наноматеріали» К.: Наук.думка, 2008. - 424с.

**Додаткова:**

1. К. Танабе. Катализаторы и каталитические процессы. М.: Мир, 1993, 172 с.
2. Лисичкин Г.В. Химия привитых поверхностных соединений. М.: Физматлит. - 2003.
3. Н.А. Шабанова, П.Д. Саркисов, Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. – М.: Академкнига. – 2004.
4. А.Д. Помогайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд, Наночастицы металлов в полимерах, М.: Химия. – 2000.
5. Properties of Porous Silicon; Canham, L. T., Ed.; INSPEC, The IEE: London. - 1997.
6. Buriak, J.M. Organometallic Chemistry on Silicon and Germanium Surfaces, Chem. Rev. 2002, 102(5), 1271 - 1308.
7. V.B. Fainerman, D. Mobius, R. Miller, Surfactants Chemistry, Interfacial Properties, Applications, Elsevier Science.: 2002.
8. P. Jutzi, U. Schubert, Silicon Chemistry. From the Atom to Extended Systems, Wiley.: 2003.
9. Y. Wang, A. S. Angelatos and F. Caruso, Template Synthesis of Nanostructured Materials via Layer-by-Layer Assembly, Chem. Mater. 2008, 20, 848–858.
10. S.D. Solomon, M. Bahadory, A.V. Jeyarajasingam, S.A. Rutkowsky, Ch. Boritz, L. Mulfinger, J. Chem. Ed. 2007, 84(2), 322 – 325.
11. Ч. Пул (мл.), Ф. Оуэнс, Нанотехнологии. – М.: Техносфера. – 2004.
12. С.С. Воюцкий. Курс коллоидной химии. – М.: Химия. – 1975.
13. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость: пер. с англ. - 2-е изд. – М.: Мир, 1984. - 306 с.

**10. Додаткові ресурси:**

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