

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра теоретичної хімії

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

\_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Функціональні матеріали**

напряму підготовки 0703 хімія  
для спеціальності 8.070301 хімія  
для спеціалістів хімічного факультету

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

Харків

Робоча програма навчальної дисципліни „Функціональні матеріали»  
для студентів (спеціалістів) за напрямом підготовки 0703 хімія, спеціальністю 8.070301  
хімія.

Розробники: **Кравченко Андрій Васильович, к.х.н., доц. кафедри теоретичної хімії**

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної хімії

Протокол №   1   від “   30   ” \_\_серпня\_20\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Жолновач А.М.

“   30   ” \_\_серпня\_ 20\_\_ р

Схвалено методичною комісією хімічного факультету

Протокол №    від “    ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

“    ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Голова \_\_\_\_\_

Юрченко О.І.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 1,5	Напрямок підготовки 0703 хімія	денна форма навчання
Модулів – 2	Спеціальність 8.070301 хімія	Рік підготовки: V -й
Загальна кількість годин 80		Семестр 9 -й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 2,4		Лекції – 18 год.
		Лабораторні – 18 год.
	Самостійна робота – 44 год.	
	Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст	Вид контролю: диф. залік

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

*Мета:* Надати уявлення про сучасні функціональні матеріали – наноструктури, низькорозмірні молекулярні тверді тіла і специфічні неорганічні сполуки та навчити практично синтезувати такі сполуки.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:** переваги основних класів сучасних функціональних матеріалів.

**вміти:** орієнтуватися в напрямках розвитку постійно зростаючого сортаменту нетрадиційних функціональних матеріалів та їх можливого застосування.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1. Лекції

Тема 1. Стислий огляд сучасних методів аналізу для застосування до функціональних матеріалів.

Тема 2. Необхідність появи нових функціональних матеріалів. Класифікація функціональних матеріалів. Вуглець – алотропія та поліморфізм. Алмаз, графіт та графені, карбін.

Тема 3. Основні методи одержання монокристалів. Електросинтез як оптимальний метод одержання монокристалів синтетичних металів, надпровідників та напівпровідників.

Тема 4. Фулерени. Історія відкриття, принципи стійкості, будова та фізичні властивості  $C_{60}$  та  $C_{70}$ . Хімічні властивості фулеренів та основні методи синтезу. Галузі застосування фулеренів та їх сполук. Невуглецеві структурні аналоги. Вуглецеві нанотрубки. Будова простіших нанотрубок та наноконусів. Фізичні властивості. Розкриття та розрізання нанотрубок. Функціалізація та хімічні властивості. Методи одержання нанотрубок та нановолокон. Галузі застосування.

Тема 5. Нові напрямки в хімії твердого тіла. Іон-радикальні солі (ІРС). Катіон-радикальні солі (КРС) на основі фульваленів. Аніон-радикальні солі на основі TCNQ. Синтез ІРС та огляд унікальних властивостей. Галузі застосування ІРС.

Тема 6. Дизайн твердих тіл для особливих випадків. Взаємозв'язок будова – властивості. Стислий огляд нових функціональних матеріалів на основі неорганічних сполук.

#### Модуль 2. Лабораторні заняття

Тема 7. Синтез суперкластеру  $Na_{48}[H_{16}Mo_{368}O_{1032}(H_2O)_{240}(SO_4)_{48}]$  та дослідження його складу.

Тема 8. Синтез та очищення тетраалкіл-амонійних солей з поліоксо-, тіооксо- та дикарболід-металат-аніонами.

Тема 9. Електросинтез провідних КРС фульваленів з аніонами металокарборанів та поліоксо- або тіооксо-металатів. Виміри провідності КРС.

Тема 10. Синтез простих та складних провідних АРС TCNQ з катіонами на основі ароматичних алкіл-амінів. Виділення індивідуальних кристалів. Дослідження складу та електрофізичних властивостей.

### 4. Структура навчальної дисципліни

Модулі і теми	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1 – лекції</b>						
Тема 1	8	2				6
Тема 2	6	2				4
Тема 3	10	4				6
Тема 4	16	6				10
Тема 5	8	2				6
Тема 6	6	2				4
Разом за модулем 1	54	18				36
<b>Модуль 2 – лабораторні заняття</b>						
Тема 7	6			4		2
Тема 8	6			4		2
Тема 9	6			4		2
Тема 10	8			6		2
Разом за модулем 2	26			18		8
<b>Усього годин</b>	<b>80</b>	<b>18</b>		<b>18</b>		<b>44</b>

### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

7	Синтез суперкластеру $\text{Na}_{48}[\text{H}_{16}\text{Mo}_{368}\text{O}_{1032}(\text{H}_2\text{O})_{240}(\text{SO}_4)_{48}]$ та дослідження його складу.	4
8	Синтез та очищення тетраалкіл- амонійних солей з поліоксо-, тіооксо- та дикарболід- металат- аніонами.	4
9	Електросинтез провідних КРС фульваленів з аніонами металокарборанів та поліоксо- або тіооксо- металатів. Виміри провідності КРС.	4
10	Синтез простих та складних провідних АРС TCNQ з катіонами на основі ароматичних алкіл- амінів. Виділення індивідуальних кристалів. Дослідження складу та електрофізичних властивостей.	6

## 6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин	
	ср	пір
Тема 1. Стислий огляд сучасних методів аналізу для застосування до функціональних матеріалів.	6	
Тема 2. Необхідність появи нових функціональних матеріалів. Класифікація функціональних матеріалів. Вуглець – алотропія та поліморфізм. Алмаз, графіт та графени, карбін.	4	
Тема 3. Основні методи одержання монокристалів. Електросинтез як оптимальний метод одержання монокристалів синтетичних металів, надпровідників та напівпровідників.	6	
Тема 4. Фулерени. Історія відкриття, принципи стійкості, будова та фізичні властивості $\text{C}_{60}$ та $\text{C}_{70}$ . Хімічні властивості фулеренів та основні методи синтезу. Галузі застосування фулеренів та їх сполук. Невуглецеві структурні аналоги. Вуглецеві нанотрубки. Будова простіших нанотрубок та наноконусів. Фізичні властивості. Розкриття та розрізання нанотрубок. Функціалізація та хімічні властивості. Методи одержання нанотрубок та нановолокон. Галузі застосування.	10	
Тема 5. Нові напрямки в хімії твердого тіла. Іон-радикальні солі (ІРС). Катіон-радикальні солі (КРС) на основі фульваленів. Аніон-радикальні солі на основі TCNQ. Синтез ІРС та огляд унікальних властивостей. Галузі застосування ІРС.	6	
Тема 6. Дизайн твердих тіл для особливих випадків. Взаємозв'язок будова – властивості. Стислий огляд нових функціональних матеріалів на основі неорганічних сполук.	4	
Тема 7. Синтез суперкластеру $\text{Na}_{48}[\text{H}_{16}\text{Mo}_{368}\text{O}_{1032}(\text{H}_2\text{O})_{240}(\text{SO}_4)_{48}]$ та дослідження його складу.	2	
Тема 8. Синтез та очищення тетраалкіл- амонійних солей з поліоксо-, тіооксо- та дикарболід- металат- аніонами.	2	
Тема 9. Електросинтез провідних КРС фульваленів з аніонами металокарборанів та поліоксо- або тіооксо- металатів. Виміри провідності КРС.	2	
Тема 10. Синтез простих та складних провідних АРС TCNQ з катіонами на основі ароматичних алкіл- амінів. Виділення індивідуальних кристалів. Дослідження складу та електрофізичних властивостей.	2	

## 7. Методи навчання

Лекції, виконання лабораторних робіт, самостійна робота, виконання розрахункових завдань на комп'ютері.

### 8. Методи контролю

Співбесіда за темами лабораторних робіт, залік.

### 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий семестровий контроль (диф. залік)	Сума
Модуль 1	Модуль 2	50	100
Теми 1 - 6	Теми 7 - 10		
	Виконання та захист лабораторних робіт (50)		

Для зарахування модуля 2 студент має набрати не менше, ніж 50% балів за кожною з тем 7 - 10. Для зарахування заліку студент повинен виконати всі лабораторні роботи і набрати не менше 25 балів за письмовий залік.

#### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	відмінно
80-89	<b>B</b>	добре
70-79	<b>C</b>	
60-69	<b>D</b>	задовільно
50-59	<b>E</b>	
1-49	<b>FX</b>	незадовільно

### 10. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Монографії, наукові статті, методики.
3. Документація до програмного забезпечення.
4. Описи до виконання лабораторних робіт.

### 11. Рекомендована література

#### Базова

1. Рао Ч.Н.Р., Гопалакришиан Дж. Новые направления в химии твердого тела: Структура, синтез, свойства, реакционная способность и дизайн материалов. Новосибирск, Наука, 1990.-520 с.
2. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры.-М: Техносфера, 2005. –336с.
3. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 293 с.
4. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены: Учебн. пособие. – М.: Университетская книга, Логос. 2006. – 376 с.

**Допоміжна**

1. Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений. /Под ред. С.Сиггя.-М.;Мир,1974.-464с.
2. Основы современного электрохимического анализа /Г.К.Будников, В.Н.Майстренко, М.Р.Вяселев. -М.: Мир, 2003. –592с.
3. A.V.Kravchenko, V.A.Starodub, A.R.Kazachkov, A.V.Khotkevich, O.S.Pyshkin, G.V.Kamarchuk. Spectral and electrophysical properties of anion-radical salts of TCNQ and methyl-TCNQ with N-alkylpirazin cations. Spectroscopy of Emerging Materials, Kluwer Academic Publishers, Netherlands. NATO Science Series. Mathematics, Physics and Chemistry.-Vol.165. Ed. E.C.Faulques. 2004. p. 319-330.
4. O.N.Kazheva, G.G.Alexandrov, A.V.Kravchenko, V.A.Starodub, I.B.Sivaev, I.A.Lobanova, V.I.Bregadze, L.I.Buravov, O.A.Dyachenko. New fulvalenium salts of bis(dicarbollide) cobalt and iron: Synthesis, crystal structure and electrical conductivity. Journal of Organometallic Chemistry, **692**, (2007), p.5033-5043.
5. Д.В.Конарев, Р.Н.Любовская. Донорно-акцепторные комплексы и ион-радикальные соли на основе фуллеренов. Успехи химии, **68**, №1, стр. 23-44.
6. A.Muller, B.Botar, S.K.Das, H.Bogge, M.Schmidtman, A. Merka. On the complex hedgehog-shaped cluster species containing 368 Mo atoms: simple preparation method, new spectral details and information about the unique formation. Polyhedron, **23**, (2004), p. 2381-2385.