

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра теоретичної і прикладної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор _____

“ ____ ” _____ 2017 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Кристалохімічний дизайн фото- та магнітокерованих матеріалів

_____ (шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____ **102 Хімія** _____
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____
(назва спеціалізації)

інститут, факультет _____ **Факультет природничих наук** _____
(назва інституту, факультету)

Івано-Франківськ – 2018 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «**Кристалохімічний дизайн фото- та магнітокерованих матеріалів**» для студентів спеціальності 102 Хімія.

„___” _____, 2018 р. – ___ с.

Розробники:

Татарчук Т.Р., доцент, к.х.н., доцент кафедри хімії.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри хімії

протокол від “___” _____ 2018 р. № ___

Завідувач кафедри _____ (_____Миронюк І.Ф._____)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“___” _____ 2018 р.

Схвалено методичною комісією факультету, інституту.

Протокол від “___” _____ 2018 р. № ___

“___” _____ 2018 р.

Голова _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 10 – природничі науки спеціальність 102 - хімія	вибіркова	
Модулів – 3		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		2-й	-
Індивідуальне науково-дослідне завдання __реферат_____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		1-й	-
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	8 год.	-
		Практичні, семінарські	
		22 год.	-
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		60 год.	-
		Вид контролю: екзамен	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: $30 / 60 = 0,5$

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: полягає в ознайомленні студентів з основними проблемами та напрямками розвитку сучасної хімії неорганічних матеріалів, хімії твердого тіла та хімії полімерів, нанохімії, що складають основу сучасних технологій. Слухачі пізнають взаємозв'язки між фізичними та хімічними властивостями неорганічних функціональних матеріалів та сучасними технологіями їх одержання; ознайомити з сучасним станом української та зарубіжної науки; розширити світогляд студента та виробити навички для самостійної роботи.

Завдання: зорієнтувати студента у сучасних проблемах функціональних неорганічних матеріалів, що може стати у нагоді при отриманні додаткових знань, які допоможуть зорієнтувати студента стосовно майбутньої професійної діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- основні принципи класифікації матеріалів; методи їх одержання; загальні проблеми та перспективні напрямки розвитку матеріалознавства;
- визначення матеріалів за ступенем дисперсності, механічні та фізико-хімічні технології одержання композитів на порошків;
- термодинаміку та кінетику процесів аморфізації, структуру та властивості аморфних матеріалів та технології і методи їх отримання, типи впорядкування у сучасних неорганічних матеріалах;
- природу надпровідності та базові квантові теорії, які пояснюють надпровідність, високотемпературну надпровідність; купрати та інші надпровідні кераміки, принципи та технології їх отримання;
- найважливіші типи магнітом'яких та магнітожорстких неорганічних матеріалів та їх використання;
- основні типи напівпровідникових неорганічних матеріалів та їх використання;
- основні вимоги до оптичних та біоматеріалів на сучасному рівні розвитку науки.

вміти:

- використовувати отриманні знання для розв'язання сучасних задач;
- сформулювати підходи до вирішення проблеми отримання неорганічних матеріалів із наперед заданими фізико-хімічними властивостями;
- самостійно опрацювати наукову літературні джерела та підготувати доповідь про сучасний стан розвитку технологій одержання новітніх неорганічних матеріалів.

3. Програма навчальної дисципліни

Систематика неорганічних матеріалів. Класифікація неорганічних функціональних матеріалів за складом, структурою, фізичними і хімічними

властивостями та областю використання. Структурна ієрархія неорганічних матеріалів. Фізико-хімічні принципи конструювання нових неорганічних матеріалів. Рішення проблеми самозбирання та самоорганізації неорганічних структур, як засобу виробництва неорганічних функціональних матеріалів у промислових масштабах.

Дефекти та їх вплив на властивості сучасних неорганічних матеріалів. Ідеальний та реальний кристали. Утворення дефектів з позицій термодинаміки. Рівноважні та нерівноважні дефекти кристалічної решітки. Типи дефектів: атомні, електронні, енергетичні (фононні). Класифікація атомних дефектів. Стехіометричні та нестехіометричні дефекти. Власні та домішкові дефекти. Точкові, лінійні, поверхневі та об'ємні дефекти. Система позначень дефектів за Крегером (вакансій, домішкових атомів, позначення зарядів дефектів). Ступінь окиснення як умовний заряд на атомах та реальні заряди. Зміст «ефективного нульового заряду» в квазіхімії. Заряди на аніонних та катіонних вакансіях. Природа точкових дефектів. Вакансії (катіонні, аніонні, атомні) та дефекти вкорінення. Дефекти в іонних кристалах: дефекти за Шоткі та за Френкелем. Константи рівноваги процесів їх утворення. Приклади кристалів з дефектами вкорінення та вакансіями. Домішкові атоми: гомовалентні та гетеровалентні. Електрони та дірки (їх природа на прикладі кристалу силіцію). Електронна та діркова провідність. Донорні та акцепторні домішки. Дислокації: крайові та гвинтові. Інші типи дефектів. Фонон. Екситони та полярони. Вплив дефектів на фізичні властивості кристалів. Залежність електронної провідності від дефектності кристалів. Оптичні властивості та дефектність кристалів. F-центри. Вплив дефектів на механічні властивості кристалів.

Магнітокеровані адсорбенти. Синтез та морфологія частинок шпінельних наносорбентів. Адсорбція органічних барвників на шпінельних наносорбентах. Вплив початкової концентрації барвника та кількості адсорбента на адсорбційні властивості шпінельних наносорбентів. Вплив рН на адсорбційну ємність шпінельних наносорбентів.

Вуглецеві нанотрубки. Графен. Оксид графену. Відновлений оксид графену. Методи синтезу, фізико-хімічні властивості, області застосування.

Склоподібні та аморфні неорганічні матеріали. Термодинаміка і кінетика процесів склування. Класифікація неорганічних склоподібних матеріалів та їх структура. Особливості структури та властивостей аморфних металічних матеріалів. Використання склоподібних неорганічних матеріалів як світлодіодів, біоскла, склокераміки. Особливості отримання, фізико-хімічні характеристики фотонних кристалів та їх застосування.

Неорганічні тонкі плівки та покриття. Формування плівок та композитів. Особливості взаємного впливу плівки та підкладки при осадженні. Класифікація методів осадження плівок. Формування та вплив умов осадження на морфологію плівок. Особливості формування епітаксійних нашарувань. Використання неорганічних тонких плівок.

Фотокаталізатори. Принцип дії TiO_2 як фотокаталізатора. Ефективність дії фотокаталізатора. Практичне використання TiO_2 як фотокаталізатора. Очистка повітря від органічних сумішей. Самоочищує скло. Незапотіваючі

дзеркала і скло. Використання фотокаталізаторів для очищення води від органічних домішок. Водень – паливо XXI століття. Сонячно-воднева енергетика. Фотокаталіз і фотосенсибілізація. Біофотоліз води. Природні фотокаталітичні системи розкладу води.

Синтез неорганічних кристалів. Методи отримання та механізми росту синтетичних кристалів. Проблеми вирощування кристалів з малою щільністю дислокацій. Синтетичні кристали на основі GaAs, GaN, SiC та надпровідних купратів, віскери. Область використання неорганічних кристалів.

Неорганічні матеріали з магнітними властивостями. Найважливіші типи магнітом'яких та магнітожорстких неорганічних матеріалів. Використання термічної та термомеханічної обробки для підвищення магнітної енергії матеріалів. Магнітодіелектики зі структурою шпінелі, граната, магнетоплюмбіта. Неорганічні матеріали з надзвичайним магнітоопором. Використання неорганічних магнітних матеріалів.

Неорганічні матеріали з іонною та електронною провідністю. Критерії виникнення суперіонного стану в неорганічних матеріалах. Найважливіші типи катіонних та аніонних провідників. Композитні тверді електроліти. Електроноіонні провідники. Матеріали для елементів літієвих батарей. Особливості отримання та застосування протонних провідників. Використання твердих електролітів. Паливні елементи.

Сучасні напівпровідникові матеріали. Значення напівпровідників у сучасній та майбутній технології. Напівпровідникові, електричні, магнітні та оптичні матеріали. Досягнення фізики та хімії в галузі напівпровідникових матеріалів. Сучасні вимоги до технології напівпровідникових матеріалів та приладів, питання екології навколишнього простору. Удосконалення технологічних процесів - основа прогресу твердотільної електроніки. Основні технологічні процеси у напівпровідниковій техніці. Основні типи напівпровідників та вимоги до них. Особливості отримання та характеристики напівпровідникових неорганічних матеріалів з розширеними функціональними властивостями. Застосування матеріалів у напівпровідникових лазерах. Термоелектричні явища. Інші області застосування напівпровідників.

«Зелена» хімія. Огляд основних сучасних напрямків в хімії. Поняття «зелена хімія» та її основні концепції. Нові підходи та вимоги до хімічних процесів з точки зору зеленої хімії. Альтернативні «зелені» розчинники. Вода як розчинник. Над- та субкритичні розчинники, особливості здійснення хімічних процесів у критичних середовищах. Реакції без розчинників. Реакції з використанням полімерних та інших твердих носіїв.

Неорганічні матеріали з надпровідними властивостями. Особливості кристалохімії та критичні параметри надпровідних неорганічних матеріалів. Методи отримання об'ємних та довгомірних високотемпературних надпровідників, особливості їх мікроструктури. Шляхи підвищення критичних характеристик високотемпературних надпровідних неорганічних матеріалів та область їх використання.

Неорганічні матеріали для біології та медицини. Вимоги до біоматеріалів. Класифікація біокераміки по відношенню до живої тканини (біоінертна, пориста, біоактивна, ресорбірувана). Керамічні неорганічні

матеріали на основі ZrO_2 , гідроксил- та фторапатита. Механізми взаємодії біокераміки з живою тканиною. Застосування біокераміки для протезування суглобів і зубів. Особливості застосування неорганічних наноматеріалів як транспорту для ліків в умовах локальної дії на уражену тканину. Перспективи застосування неорганічних матеріалів в біології та медицині.

3.1. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Систематика неорганічних матеріалів.

Тема 2. Дефекти та їх вплив на властивості сучасних неорганічних матеріалів.

Тема 3. Магнітокеровані адсорбенти.

Тема 4. Вуглецеві нанотрубки. Графен. Оксид графену.

Тема 5. Фотокаталізатори.

Тема 6. Неорганічні тонкі плівки та покриття.

Змістовий модуль 2.

Тема 7. Синтез неорганічних кристалів.

Тема 8. Неорганічні матеріали з магнітними властивостями.

Тема 9. Неорганічні матеріали з іонною та електронною провідністю.

Тема 10. Сучасні напівпровідникові матеріали.

Тема 11. «Зелена» хімія

Тема 12. Неорганічні матеріали з надпровідними властивостями.

Тема 13. Неорганічні матеріали для біології та медицини.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Систематика неорганічних матеріалів.	6	1	2			3
Тема 2. Дефекти та їх вплив на властивості сучасних неорганічних матеріалів.	6		2			4
Тема 3. Магнітокеровані адсорбенти.	5	1	1			3
Тема 4. Вуглецеві нанотрубки. Графен. Оксид графену.	5	1	1			3
Тема 5. Фотокаталізатори.	6		2			4
Тема 6. Неорганічні тонкі плівки та покриття.	6		2			4
Разом за змістовим модулем 1	34	3	10			21
Змістовий модуль 2.						
Тема 7. Синтез неорганічних кристалів.	5	1	1			3
Тема 8. Неорганічні матеріали з магнітними властивостями.	6	1	2			3
Тема 9. Неорганічні матеріали з іонною та електронною провідністю.	6		2			4

Тема 10. Сучасні напівпровідникові матеріали.	6	2	1			3
Тема 11. «Зелена» хімія	6	1	2			3
Тема 12. Неорганічні матеріали з надпровідними властивостями.	6		2			4
Тема 13. Неорганічні матеріали для біології та медицини.	6		2			4
Разом за змістовим модулем 2	41	5	12			24
Змістовий модуль 3. Індивідуально-наукове завдання						
Реферат	15					15
Разом за змістовим модулем 3	15					15
Усього годин	90	8	22			60

6. Теми практичних та семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема 1. Систематика неорганічних матеріалів.	2
2.	Тема 2. Дефекти та їх вплив на властивості сучасних неорганічних матеріалів.	2
3.	Тема 3. Магнітокеровані адсорбенти.	1
4.	Тема 4. Вуглецеві нанотрубки. Графен. Оксид графену.	1
5.	Тема 5. Фотокаталізатори.	2
6.	Тема 6. Неорганічні тонкі плівки та покриття.	2
7.	Тема 7. Синтез неорганічних кристалів.	1
8.	Тема 8. Неорганічні матеріали з магнітними властивостями.	2
9.	Тема 9. Неорганічні матеріали з іонною та електронною провідністю.	2
10.	Тема 10. Сучасні напівпровідникові матеріали.	1
11.	Тема 11. «Зелена» хімія	2
12.	Тема 12. Неорганічні матеріали з надпровідними властивостями.	2
13.	Тема 13. Неорганічні матеріали для біології та медицини.	2
	Разом	22

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема 1. Систематика неорганічних матеріалів.	3
2.	Тема 2. Дефекти та їх вплив на властивості сучасних неорганічних матеріалів.	4
3.	Тема 3. Магнітокеровані адсорбенти.	3
4.	Тема 4. Вуглецеві нанотрубки. Графен. Оксид графену.	3
5.	Тема 5. Фотокаталізатори.	4
6.	Тема 6. Неорганічні тонкі плівки та покриття.	4
7.	Тема 7. Синтез неорганічних кристалів.	3
8.	Тема 8. Неорганічні матеріали з магнітними властивостями.	3
9.	Тема 9. Неорганічні матеріали з іонною та електронною провідністю.	4
10.	Тема 10. Сучасні напівпровідникові матеріали.	3
11.	Тема 11. «Зелена» хімія	3
12.	Тема 12. Неорганічні матеріали з надпровідними властивостями.	4

13	Тема 13. Неорганічні матеріали для біології та медицини.	4
	Разом	

9. Індивідуальні завдання

Передбачено виконання індивідуального завдання – реферату, присвяченого певному виду функціонального неорганічного матеріалу. Кожен студент оформляє реферат відповідно до вимог і здає викладачу вкінці семестру. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент – **20 балів**.

10. Методи навчання

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, виконання розрахункових задач (домашні завдання), написання реферату.

11. Методи контролю

Опитування та контрольна робота за темами практичних занять, екзамен.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Матеріал курсу «Дизайн та технологія сучасних неорганічних матеріалів» відповідно до навчальної програми містить 13 тем. Оцінка роботи студентів проводиться за модульно-рейтинговою системою і включає такі види роботи над курсом: засвоєння теоретичного матеріалу, домашні завдання, контрольна робота, написання реферату.

Поточне тестування та самостійна робота			Підсумко-вий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1 (практичні заняття)	Змістовий модуль 2 (контрольна робота)	Змістовий модуль 4 (реферат)	50	100
Теми 1-13	Теми 1 - 10	15 балів		
20 балів	15 балів			

Для зарахування модуля студент повинен набрати не менше 50 % балів за кожний модуль.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю

			повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Навчальна програма дисципліни.
2. Робоча програма навчальної дисципліни.
3. Плани практичних занять.
4. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів.

14. Рекомендована література

Базова

1. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи / М. Ратнер, Д. Ратнер. - М.: Издательский дом Вильямс, 2004.-240 с.
2. Фистуль В.И. Новые материалы. Состояние, проблемы, перспективы / В.И.Фистуль. - М.: МИСИС, 1995. - 233 с.
3. Шпак А.П., Куницкий Ю.А., Карбовский В.Л. Кластерные и наноструктурные материалы у 3 т. Т. 1 / А.П.Шпак, Ю.А. Куницкий, В.Л. Карбовский. – Киев: Академперіодика, 2001.- 588 с.

Допоміжна

1. Шпак А.П., Куницкий Ю.А., Карбовский В.Л. Кластерные и наноструктурные материалы у 3 т. Т. 2 / А.П.Шпак, Ю.А. Куницкий, В.Л.Карбовский. – Киев: Академперіодика. – Киев: Академперіодика, 2002. – 540 с.
2. Шпак А.П., Куницкий Ю.А., Карбовский В.Л. Кластерные и наноструктурные материалы у 3 т. Т. 3 / А.П.Шпак, Ю.А. Куницкий, В.Л. Карбовский. – Киев: Академперіодика, 2003. – 540 с.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия.Учеб.для вузов. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., Изд.центр «Академия», 2001.– 743 с., ил.
4. Кириченко В.І. Загальна хімія: Навчальний посібник. [для студ. інженер.–техн. спец. вищ. навч. закл.] / Віктор Іванович Кириченко; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №14/18.2–1285 від 03.06.2005]. – Київ: Вища шк., 2005. –639с.: іл., 83 рис., 80 табл. – Інформаційне середовище: на поч. розд. – Контрол. запитання: після розд. – Структурно-логічні схеми: після розд. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
5. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навчальний посібник / Михалічко Борис Миронович; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 1.4/18-Г-1180 від 22.11.2006]. – Київ: Знання, 2009. – 548 с. - Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Предм. покажч.: с. 543–548. – ISBN 978-966-346-712-2.
6. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /М.Е.Тамм, Ю.Д.Третьяков; - М.: Издательский центр «Академия», 2004.-240 с. ISBN 5-7695-1446-9.
7. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.2: Химия непереходных элементов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.-368 с. ISBN 5-7695-1436-9.
8. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.1 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов,

- В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-352 с. ISBN 5-7695-2532-0.
9. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.2 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-400 с. ISBN 5-7695-2533-9.
10. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія: Підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Неоніла Володимирівна Романова; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №13710594 від 30.06.1995]. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 480с.: 54 рис., 30 табл. – Бібліогр.: с. 465 (25 назв). – Імен. покажч.: с. 466–467. – Предм. покажч.: с. 468–477. – ISBN 966-569-106-6.
11. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. – Москва: Высш. шк., 1997. – 527 с.