Державний вищий навчальний заклад

«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра теоретичної і прикладної хімії

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Проректор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

“\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Сучасні аспекти синтезу наноматеріалів**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(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 – 2017 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **«**Сучасні аспекти синтезу наноматеріалів**»** для студентів спеціальності 102 Хімія.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, 2017 р. – \_\_\_\_ с.

Розробники:

**Миронюк І.Ф.**, професор, д.х.н., професор кафедри теоретичної і прикладної хімії.

**Татарчук Т.Р.**, доцент, к.х.н., доцент кафедри теоретичної і прикладної хімії.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної і прикладної хімії

протокол від “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 р. № \_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_\_\_\_\_Миронюк І.Ф.\_\_\_\_\_\_\_)

(підпис) (прізвище та ініціали)

“\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 р.

Схвалено методичною комісією факультету, інституту.

Протокол від “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 р. № \_\_\_

“\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 р.

Голова \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

(підпис) (прізвище та ініціали)

© Татарчук Т.Р., 2017 рік

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 | вибіркова | |
| спеціальність  102 - хімія |
| Модулів – 3 |  | **Рік підготовки:** | |
| Змістових модулів – 3 | 2-й | - |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання  \_\_реферат\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (назва) | **Семестр** | |
| Загальна кількість годин – 90 | 3-й | - |
| **Лекції** | |
| Тижневих годин  для денної форми навчання:  аудиторних – 2  самостійної роботи студента – 2,74 | Освітньо-кваліфікаційний рівень:  доктор філософії | 38 год. | - |
| **Практичні, семінарські** | |
| - | - |
| **Лабораторні** | |
| - | - |
| **Самостійна робота** | |
| 52 год. | - |
| Вид контролю:  екзамен | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 38 / 52 = 0,73

**2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета**: є ознайомлення студентів з новими можливостями сучасної фізики та хімії, зокрема, матеріалознавства, завдяки переходу від макро- спочатку до мікро-, а тепер і до наносвіту. У курсі розглянуті питання, які тосуються класифікації наноматеріалів, методів їх отримання, дослідження, а також розглянуто існуючі та перспективні напрямки практичного застосування матеріалів нанорозмірів.

**Завдання**: У результаті вивчення курсу студент має набути таких компетенцій: знання

про класифікацію та поділ напівпровідникових квантових структур 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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- основні принципи класифікації наноматеріалів; методи їх одержання; загальні проблеми та перспективні напрямки розвитку;

- основні принципи практичного отримання нанорозмірних матеріалів;

- фізичну суть сучасних методів дослідження наноматеріалів;

- властивості, технологічні аспекти отримання та застосування окремих класів

наноматеріалів, зокрема, фулеренів;

- основні закони теоретичного опису наноструктур та аналізу їх властивостей.

- основні вимоги до синтезу наноматеріалів на сучасному рівні розвитку науки.

**вміти:**

* використовувати отриманні знання для розв’язання сучасних задач;
* прогнозувати підходи щодо отримання новітніх матеріалів із наперед заданими фізичними властивостями;
* практично застосовувати свої знання щодо оптимізації фізичних властивостей базових матеріалів сучасної електроніки при пониженні їх розмірності;
* самостійно опрацювати наукову літературні джерела та підготувати доповідь про сучасний стан розвитку технологій одержання новітніх неорганічних наноматеріалів.

**3. Програма навчальної дисципліни**

**Класифікація та властивості наноматеріалів**. Квантові точки, квантові нитки, квантові стінки. Класифікація наноматеріалів. Віскери, високотемпературні

надпровідники. Фотонні кристали. Нанотрубки. Розмірні ефекти, квантово-розмірні ефекти. Фізичні основи квантово-розмірних структур. Густина станів у низькорозмірних системах. Алмази і алмазоподібні матеріали. Технологія алмазів і алмазоподібних матеріалів. Фулерени і матеріали на їх основі. Вуглецеві нанотрубки. Фрактали у фізиці твердого тіла. Моно- і мультифрактали. Фрактальні агрегати.

**Прикладні аспекти нанотехнологій.** Методи синтезу наноматеріалів. Отримання напівпровідникових наноматеріалів: літографія, епітаксія. Самоорганізація та самозбірка у нанотехнологіях. Основні властивості самоорганізованих систем. Використання самоорганізації в нанотехнологіях. Методи хімічного збирання поверхневих наноструктур. Методи хімічного збирання поверхневих наноструктур. Отримання гетероструктур з квантовими точками. Методи отримання вуглецевих наноматеріалів. Дослідження топографії поверхні твердих тіл методом атомно-силовий мікроскопії в контактному режимі. Дослідження топографії поверхні твердих тіл методом атомно-силовий мікроскопії в безконтактному режимі. Принцип роботи і будова електронного просвічуючого мікроскопа у вивченні структури твердих тіл. рактичне застосування наноматеріалів. Одноелектронний транзистор. Квантовий комп’ютер. Гетероструктури – основа сучасних напівпровідникових технологій. Гетероструктури з квантовими ямами і над ґратками. Самоорганізація наночастинок.

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

**Матеріали на основі кремнезему**. Фізико-хімічні властивості та атомна будова кристалічних модифікацій у системі SiO2. Фактори впливу на корисну структуру силікагелю. Синтез органокремнеземів. Карбід силіцію- будова, властивості, одержання.

**Нанодисперсний діоксид титану.** Сучасні методи одердання ТіО2. Промислове одержання рутилу та анатазу. Синтез нанокристалічних модифікацій ТіО2. Фотокаталітичні властивості наночастинок ТіО2.

**3.1. Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1.**

Тема 1. Класифікація та властивості наноматеріалів

Тема 2. Прикладні аспекти нанотехнологій..

**Змістовий модуль 2.**

Тема 3. Вуглецеві нанотрубки. Графен. Оксид графену.

Тема 4. Матеріали на основі кремнезему.

Тема 5. Нанодисперсний діоксид титану.

**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 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Змістовий модуль 1.** | | | | | | |
| Тема 1. Класифікація та властивості наноматеріалів | 8 | 8 |  |  |  | 6 |
| Тема 2. Прикладні аспекти нанотехнологій.. | 8 | 8 |  |  |  | 6 |
| **Разом за змістовим модулем 1** | **28** | **16** |  |  |  | **12** |
| **Змістовий модуль 2.** | | | | | | |
| Тема 3. Вуглецеві нанотрубки. Графен. Оксид графену. | 12 | 6 |  |  |  | 6 |
| Тема 4. Матеріали на основі кремнезему. | 14 | 8 |  |  |  | 6 |
| Тема 5. Нанодисперсний діоксид титану. | 14 | 8 |  |  |  | 6 |
| **Разом за змістовим модулем 2** | **40** | **22** |  |  |  | **18** |
| **Змістовий модуль 3. Індивідуально-наукове завдання** | | | | | | |
| Реферат | 22 |  |  |  |  | 22 |
| **Разом за змістовим модулем 3** | **22** |  |  |  |  | **22** |
| **Усього годин** | **90** | **38** |  |  |  | **52** |

**6. Теми практичних та семінарських занять**

**-**

**7. Самостійна робота**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин |
|  | Тема 1. Класифікація та властивості наноматеріалів | 6 |
|  | Тема 2. Прикладні аспекти нанотехнологій.. | 6 |
|  | Тема 3. Вуглецеві нанотрубки. Графен. Оксид графену. | 6 |
|  | Тема 4. Матеріали на основі кремнезему | 6 |
|  | Тема 5. Нанодисперсний діоксид титану. | 6 |
|  | Реферативна робота за заданою тематикою | 22 |
|  | **Разом** | **52** |

**9. Індивідуальні завдання**

Передбачено виконання індивідуального завдання – реферату, присвяченого певному виду функціонального неорганічного наноматеріалу. Кожен студент оформляє реферат відповідно до вимог і здає викладачу вкінці семестру. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент – **22 бали**.

**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 «Сучасні аспекти синтезу наноматеріалів» відповідно до навчальної програми містить 5 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 1-2 | Теми 1 - 5 | 20 балів |
| 15 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 | ОцінкаECTS | Оцінка за національною шкалою | |
| для екзамену, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| 90 – 100 | **А** | відмінно | зараховано |
| 80 – 89 | **В** | добре |
| 70 – 79 | **С** |
| 60 – 69 | **D** | задовільно |
| 50 – 59 | **Е** |
| 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. Заячук Д.М..Нанотехнології і наноструктури.Львів:"Львівська політехніка", 2009 .-580 с.

2. Ковальчук Б.М., Кремнев В.В. .Сильноточные наносекундные коммутаторы Новосибирск: Наука, 1979 .-176 с.

3. Б.К.Остафійчук, І.М.Будзуляк, І.І.Григорчак, І.Ф.Миронюк.Наноматеріали в пристроях генерування і накопичення електричної енергії.Ів.-Франк.:ВДВ ЦІТ, 2007 .-206 с.

4. Находкін М.Г., Шека Д.І..Фізичні основи мікро- та наноелектроніки.К.: Київський ун-т, 2005 .-431 с.

5. Рагуля А.В., Скороход В.В. .Консолидированные наноструктурные материалы .К.: Наукова думка, 2007 .-376 с.

6. .Большая книга о малом наномире .Луганск:Альма-матер,2008 .-531 с.

7. Грузинцев А.Н., Емельченко Г.А., Ермолаева Ю.В., и др..Материалы для нанофотоники: формирование и свойства наночастиц и наноструктур.Харьков: "ИСМА", 2010 .-400 с.

8. Азаренко Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д., та ін. .Наноматериалы, нанопокрытия, нанотехнологии.Харків:ХНУ имени В.Н.Каразина, 2009 .-209 с.

9. Фреїк Д.М., Никируй Л.І., Чобанюк В.М..Фізика твердого тіла. Лабораторний практикум. Частина 1. Кристалічна структура.Ів.-Франк.: ВДВ ЦІТ, 2009 .- 138 с.

10. Демиховский В.Я..Квантовые ямы, нити, точки: Что это такое?.Соросовский Образовательный Журнал. 1997. № 5. С. 80-86

12. С.П.Губин.Химия кластеров.М.: Наука, 1987

14. .Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології.К.:Академперіодика,2004 .-699 с.

**Допоміжна**

1. Фреїк Д. М. Напівпровідникові наноматеріали, нанотехнології та наноелектроніка//.-Ів.- Франківськ:Плай,2008.-№1(1) .-//ЧислоС. 74-112

2. Наносистеми,наноматеріали,нанотехнології :зб. наук. праць.Т.7,Вип.3 .-К.:РВВ ІМФ,2009 .-308 с.

3. Наносистеми,наноматеріали,нанотехнології:зб. наук. праць.Т.7,Вип.2 -К.:РВВІМФ,2009 .-318 с.