Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Фізико-технічний факультет
Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Проректор _____

“____”_____ 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Наносистеми і нанотехнології

Освітня програма аспірант (PhD)

Спеціальність 105, Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Івано-Франківськ – 2022 рік

Робоча програма **«Наносистеми і нанотехнології»** для аспірантів за спеціальністю «**Прикладна фізика та наноматеріали**»
„26” серпня 2022 р.

Розробник:
Ільницький Роман Васильович– доктор фізико-математичних наук, професор кафедри матеріалознавства і новітніх технологій,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри матеріалознавства і новітніх технологій
Протокол № 1 від “29” серпня 2022 р.

Завідувач кафедри матеріалознавства і новітніх технологій

“29” серпня 2022 р. _____ Богдан ОСТАФІЙЧУК

Схвалено методичною комісією фізико-технічного факультету.

Протокол від “30” серпня 2022 р. № 1

“30” серпня 2022 р.

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

© Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2022 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 3</td><td>Галузь знань
<u>10</u>
<u>Природничі науки</u>
(шифр і назва)</td><td colspan="2" rowspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Спеціальність
105 «Прикладна фізика і наноматеріали»
(шифр і назва)</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 1</td><td rowspan="4"></td><td colspan="2" rowspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання:
–</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин - 90</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>3-й</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="10">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 2
самостійної роботи студента – 4</td><td rowspan="10">Освітній рівень: третій (освітньо-науковий)
PhD</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>20 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>_ год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>__ год.</td><td>__ год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>60 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання: __ год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:
Екзамен</td></tr>
</table>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 1:1

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу: формування у аспірантів нового рівня знань про фізико-хімічні властивості матерії та їх практичне використанні..

Завдання – формування теоретичних знань та практичних навичок у майбутніх фахівців відповідно до поставленої мети.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

знати:

- види наноструктур;
- технології формування наноструктур;
- методи дослідження наноструктур;
- основні властивості наноструктур;
- застосування нанотехнологій у медицині.

вміти:

- розрізняти наноструктури;
- обрати наноструктуру залежно від галузі застосування;
- охарактеризувати наноструктури залежно від їх властивостей;
- використати технології отримання наностурур;
- використовувати наноструктури в медицині.

Компетентності:

Інтегральна. Здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та / або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних і створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

ЗК.1. Розуміння концептуальних та методологічних засад у галузі науково-дослідної та/або професійної діяльності.

ЗК. 4. Здатність ініціювати та розробляти інноваційні комплексні проекти, проявляти лідерство та автономність під час їх виконання, реалізувати соціальну відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень.

ЗК. 9. Здатність до роботи у команді, використання адекватних методів ефективної взаємодії із різних (професійних, соціальних та культурних груп).

ФК.3. Здатність аналізувати і узагальнювати результати сучасних досліджень у галузі, адаптувати їх для вирішення наукових і прикладних проблем у галузі прикладної фізики.

ФК. 4. Здатність здійснювати теоретичні та експериментальні наукові дослідження, застосувати їх методи, трактувати отримані результати, виявляти властивості та характеристики об’єктів дослідження у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

ФК. 5. Здатність створювати та аналізувати різні моделі фізичних систем, оцінювати адекватність їх щодо фізичних явищ і процесів, для пояснення для яких ці моделі створювалися.

ФК. 9. Здатність організувати роботу наукових груп та колективів, здійснювати проектну діяльність, володіння основними навичками проектного менеджменту у науково-технічній та освітній галузі.

ФК. 10 Здатність до науково-освітньої, проектної, організації управлінської діяльності у закладі вищої освіти.

ФК. 11. Викладацькі здатності. Компетентність правильно використовувати набуті знання і навички у викладацькій діяльності та при роботі у науково-дослідних лабораторіях.

Програмні результати навчання

ПРН. 1. У результаті навчання здобувачі повинні набути знання і вміння, які дозволяють застосовувати сучасні концептуальні поняття у галузі фізики, прикладної фізики, суміжних галузей знань, зокрема, методології та принципів побудови наукових досліджень, для здійснення професійної діяльності.

ПРН. 2. Знання – фундаментальних праць провідних вітчизняних і зарубіжних вчених у галузі прикладної фізики і суміжних наук.

ПРН. 3. Знання поглибленого рівня у сфері фізики, технології речовин і матеріалів, сучасних методів дослідження їх властивостей.

ПРН. 4. Знання принципів планування та фінансування науково дослідної роботи, розробки і подання грантових запитів та підготовку звітної документації.

ПРН. 5. Знання основи сучасних засад функціонування науки, основ методології та організації наукових досліджень різних рівнів, формувати методологічну базу власного наукового дослідження.

ПРН. 6 Прогнозувати результати виконання наукового проекту, новизну практичну цінність ініціювати та проводити комплексні дослідження у галузі, які проводять до отримання нових знань.

ПРН. 7 Використовувати інформаційно-комунікаційні технології у науковій та викладацькій діяльності, володіти навичками етичної поведінки в інформаційно-комунікаційному середовищі.

ПРН. 8. Використовувати англійську мову в усній та письмовій формі для розв’язання комунікативних завдань у побутовій, суспільній, навчальній, професійній, науковій сферах життя; здійснювати переклад англомовного фахового наукового тексту; здійснювати анотування статей за фахом;

ПРН. 10. Застосовувати інноваційні педагогічні технології та ефективні стратегії міжособистісної комунікації в освітньому процесі закладу вищої освіти, зокрема в дистанційному та змішаному навчанні.

ПРН. 11. Оцінювати кращі європейські практики, сучасні цифрові ресурси та інструменти на предмет їх застосування для освітньо-наукових цілей.

ПРН. 12 Проводити математичне, аналітичне та комп’ютерне моделювання здійснювати статистичні обчислення або чисельні розрахунки, порівнювати їх

результати із експериментами даними для більш повного опису досліджуваних систем.

ПРН.13 Вміти кваліфіковано відображати результати наукових, результатів у провідних вітчизняних і міжнародних наук виданих, виступити у підготовчими презентаціями, доповідачами наукових конференцій і симпозіумів. Вести дискусії з науковцями, представниками громадськості з наукових проблем відстоювати особистісну позицію.

ПРН. 14. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми правової сфери державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН 15. Використовувати інформаційно-комунікаційні технології у науковій і викладацькій діяльності, володіти навичками етичної поведінки в інформаційно-комунікаційному середовищі.

ПРН. 16. Робити огляд та пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, он-лайн ресурси.

ПРН. 17. Ясно та ефективно описувати інтенсивні, глибокі й деталізовані результати наукової роботи державною та іноземною мовами. Вести спеціалізовані наукові семінари та публікувати наукові статті в провідних наукових журналах.

ПРН. 19. Здатність підготувати та успішно захистити дисертаційну роботу на основі індивідуальних досліджень, а також використати (та визнати) результати інших членів наукової групи.

ПРН. 20. Здатність правильно вибрати стратегію синтезу та дослідження наноматеріалів з точки зору їх практичного застосування в заданих умовах з повним уявленням про загальні підходи створення і отримання нових ультрадисперсних матеріалів із заданими властивостями.

ПРН. 21. Здатність правильно використовувати набуті знання і навички у викладацькій діяльності та при роботі у науково-дослідних лабораторіях.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Нанотехнології як ключовий напрямок розвитку технологій XXI століття.

1. Основні поняття та визначення нанотехнологій. Відомості про наноматеріали, їх види та групи
2. Хронологія розвитку нанонауки та нанотехніки.
3. Наукові основи та об’єкти нанотехнологій.

Тема 2. Магнітні та оптичні властивості наносистем.

.

1. Магнітні властивості наночастинок.
2. Квантове магнітне тунелювання
3. Гіганський магнітоопір в наносистемах.
4. Оптичні властивості наносистем

Тема 3. Структура та властивості наноструктурних матеріалів.

1.Структурні особливості наноматеріалів, що забезпечують неординарність їх властивостей.
2.Фізичні, хімічні, механічні властивості наноматеріалів.

Тема 4. Методи дослідження наноструктур

1. Скануюча зондова мікроскопія.
2. Тунельний ефект. Скануючий тунельний мікроскоп.
3. Атомний силовий мікроскоп. Лазерний атомно-силовий мікроскоп.

Тема 5. Нанопорошки.

1. Особливості структури і властивостей.
2. Основні методи отримання.
3. Застосування нанопорошків.

Тема 6. Нанопроцесорна електронна техніка

1. Нанозапис інформації та її зчитування.
2. Мікросхеми нанорозмірів. «Розумний пил».

Тема 7. Використання наноматеріалів та нанотехнологій у різних галузях промисловості.

1. Використання наноматеріалів та нанотехнологій у мікроелектроніці та фотоніці, енергетиці.
2. Композиційні матеріали у воєнній сфері.

Тема 8. Перспективи розвитку нанотехнологій.

1. Синергетичний ефект нанотехнологій.
2. Економічні аспекти використання нанотехнологій.
3. Особливості інвестування.
4. Основні тенденції розвитку у найближчій та віддаленій перспективі.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	с	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Нанотехнології як ключовий напрямок розвитку технологій XXI століття.	**13**	2				5
Тема 2. Магнітні та оптичні	**8**	2				5

властивості наносистем.						
Тема 3. Структура та властивості наноструктурних матеріалів	**8**	4	2			10
Тема 4. Методи дослідження наноструктур	**15**	2	2			5
Тема 5. Нанопорошки.	**17**	2				5
Тема 6. Нанопроцесорна електронна техніка	**15**	2	2			10
Тема 7. Використання наноматеріалів та нанотехнологій у різних галузях промисловості	**14**	4	2			10
Тема 8. Перспективи розвитку нанотехнологій.	**38**	2	2			10
Усього годин	**90**	**20**	**10**			**60**

5. Теми семінарських занять

№ з/п	**Назва теми**	**Кількість годин**
1	Зміна фізико-хімічних характеристик матеріалу залежно від розміру структури. Неорганічна фуллереноподібна наноструктура.	2
2	Ближньопольовий оптичного лазерний силовий мікроскоп. Електронна спектроскопія	2
3	Нанопроцесорна електронна техніка	2
4	Наноматеріали та нанотехнології в екології та медицині.	2
5	Методи діагностики нанооб’єктів	2
Разом		**10**

6. Теми лабораторних занять

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Наносистеми і нанотехнології» лабораторні заняття не заплановані

7. Самостійна робота

Самостійна робота аспірантів – невід’ємна складова частина навчально-наукового процесу, яка відіграє важливу роль у процесі формування майбутнього спеціаліста.

Мета самостійної роботи – набуття навичок щодо вирішення конкретних практичних завдань і використання отриманих знань у подальшій практичній діяльності.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Наноефекти і нанооб'єкти в природі.	5
2	Принципи класифікації наноматеріалів. Міждисциплінарний характер нанотехнологій	5
3	Нанотрубки. Властивості нанотрубок.	10
4	Технології порошкової металургії	5
5	Механізм виникнення гігантського магнітоопору в наносистемах.	5
6	Нанопроцесорна електронна техніка	10
7	Використання наноматеріалів та нанотехнологій у різних галузях промисловості	10
8	Основні тенденції розвитку у найближчій та віддаленій перспективі.	10
Разом		**60**

8. Індивідуальні завдання

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Наносистеми і нанотехнології» індивідуальні завдання не заплановані.

9. Методи навчання

Теоретичні методи (бесіда, лекція, пояснення), наочні методи (демонстрації приладів, моделей, схем, малюнків, презентацій), робота у онлайн-режимі (Zoom, Google meet, d-learn)

10. Методи контролю

Методами контролю з дисципліни «Наносистеми і нанотехнології» є поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється під час проведення семінарських занять і має на меті перевірку рівня підготовленості аспіранта до виконання конкретної роботи. Формами проведення поточного контролю з дисципліни є:

- усні опитування на семінарських заняттях;
- захисти підготовлених завдань (на лекційних та сеиінарських заняттях);
- тестування тощо.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на освітньому рівні доктор філософії. Підсумковий контроль з дисципліни «Наносистеми і нанотехнології» включає семестровий контроль у формі заліку.

Критерії оцінювання рівня знань на практичних заняттях, при виконанні самостійних та індивідуальних завдань:

5 балів – коли аспірант дає обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді на запитання, рішення завдань правильні, демонструє знання навчально-методичної літератури, наводить узагальнення і висновки, був присутній на лекціях і практичних заняттях;

4 бали – коли аспірант знає викладений матеріал на «відмінно», але ним допущені незначні помилки у формулюванні термінів, категорій, розрахунків, коли за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Присутність на лекціях і практичних заняттях обов'язкова;

3 бали – коли аспірант дає неправильну відповідь на одне запитання або на всі запитання дає малообґрунтовані, невичерпні відповіді, припускається грубих помилок у розрахунках і тільки за допомогою викладача може виправити допущені помилки;

2 бали – коли аспірант дає неправильні відповіді на 2-3 запитання, припускається грубих помилок у розрахунках і не може їх виправити, погано орієнтується в лекційному матеріалі;

1 бал – аспірант отримує за умови, якщо не зміг викласти зміст питання, погано орієнтується в матеріалі; відсутні логічна послідовність висловлювань та зміст відповіді; виконане завдання містить багато помилок, що заважають розумінню загального змісту;

0 балів – відповідь відсутня.

11. Оцінювання

Під час навчання студенти можуть отримати такі бали: Назва контролю	**Мах кількість балів**	**Примітки**
Семінарські заняття	50	5 семінарських занять (робота в групах в аудиторії)
Проміжні тестування за результатами практичних занять	10	2 тестування (дистанційне навчання)
Екзамен	40	Min оцінка допуску – 25 Мах оцінка допуску – 60
Разом:	100	Відмінно!

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	не зараховано з

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

12. Рекомендована література

Базова

1 Волков С.В. Нанохімія наносистеми і наноматеріалів / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Огненко, О.В. Решетняк // К. - Наукова думка. - 2008. - 422с.
2 Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учеб. пособ. / В.В. Старостин; под общ. ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431 с.
3 Нанотехнологія та її інноваційний розвиток : моногр. / В.С. Пономаренко, Ю.Ф. Назаров, В.П. Свідерський та ін. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 280 с.
4 Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2009. – 352 с.
5 Заячук Д.М..Нанотехнології і наноструктури.Львів:"Львівська політехніка", 2009 .-580 с.
6 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.
7 Находкін М.Г., Шека Д.І..Фізичні основи мікро- та наноелектроніки.К.: Київський ун-т, 2005 .-431 с.

Допоміжна

1. Напівпровідникові наноматеріали, нанотехнології та наноелектроніка//.-Ів.-Франківськ:Плай,2008.-№1(1) .-//ЧислоС. 74-112
2. Наносистеми,наноматеріали,нанотехнології [Текст]:зб. наук. праць.Т.7,Вип.3 .-К.:РВВ ІМФ,2009 .-308 с.
3. Наносистеми,наноматеріали,нанотехнології [Текст]:зб. наук. праць.Т.7,Вип.2 .-К.:РВВ ІМФ,2009 .-318 с.

Веб-ресурси:

1. Наукова бібліотека Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника – http://lib.pu.if.ua.
2. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського –http://www.nbuv.gov.ua/
3. Доступ до колекції журналів Springer Journal Collection – http://www.springer.com/?SGWID=5-102-0-0-0
4. Інформаційні продукти Elsevier sciencedirect – http://www.sciencedirect.com
5. Scopus.Наукометрична реферативна база даних 38 млн. записів про публікації світового репертуару – http://www.scopus.com/home.url
6. Бази даних Academic Search Premier; Inspec; Library, Information Science & Technology Abstracts; MEDLINE; Newspaper Source – http://search.epnet.com/