

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**



Фізико-технічний факультет
Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ

Освітня програма	Прикладна фізика та наноматеріали
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Галузь знань	10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.

м. Івано-Франківськ – 2022

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Опис дисципліни
3. Структура дисципліни
4. Система оцінювання курсу
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу
6. Ресурсне забезпечення
7. Контактна інформація
8. Політика курсу

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Методи дослідження поверхні
Освітня програма	Доктор філософії (PhD)
Спеціалізація (за наявності)	відсутня
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Галузь знань	10 Природничі науки
Освітній рівень	третій (освітньо-науковий/освітньо-творчий) рівень
Статус дисципліни	вибіркова
Курс / семестр	2 курс / 3 семестр
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 14 год. Практичні заняття – 46 год. Самостійна робота 60 год.
Мова викладання	українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	www.d-learn.pnu.edu.ua

2. Опис дисципліни

Мета та цілі дисципліни

Мета: Оволодіння сучасними методиками інженерії нанооб'єктів, опису властивостей та технологіями їх отримання та аналізу, а також формування в аспірантів вмінь та навиків практичної роботи для розв'язання проблемних завдань..

Завдання: Класифікація нанооб'єктів та наноструктур, акцентування на їх практичному застосуванні, окреслення передових напрямків дослідження наноматеріалів;

Ознайомлення із методиками отримання нанорозмірних структур: методи епітаксії та літографії, акцентування на PVD, CVD технологіях;

Ознайомлення із сучасними методами експериментального дослідження характеристик нанооб'єктів: АСТ, СЕМ, ТЕМ, Х-променеві дифракційні методи дослідження, оптичні спектральні методики;

оволодіння базовими методами квантово-механічних підходів для опису властивостей наноструктур;

отримання практичних навиків роботи із сучасними програмними пакетами, що дозволяють виконувати статистичну обробку експериментальних даних SEM, ASM, EDX, EDS аналізів;

короткий екскурс в історію виникнення і розвитку наноструктур

Компетентності

Інтегральна компетентність. 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.3. Здатність застосовувати у науковій та/або практичній діяльності сучасні знання з галузей, використовувати новітні інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК. 7. Здатність безперервно саморозвиватися і самовдосконалюватися, застосовувати технології професійної самоорганізації та самоменеджменту як складових професійного розвитку.

ЗК.10 Здатність формувати дослідницьке поле власного наукового дослідження відповідно до сучасної парадигми наукового знання.

ЗК.11. Здатність використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами.

ЗК.13. Ініціювання інноваційних комплексних проектів, лідерство та повна автономність під час їхньої реалізації. Соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень.

ФК.1. Здатність реалізувати самостійну науково-дослідницьку та науково-педагогічну діяльність у галузі прикладної фізики та нанотехнологій з використанням новітніх наукових знань.

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. 7 Володіти сучасними експериментальними методами дослідження матеріалів, в тому числі наноструктурованих, методами опрацювання результатів експерименту за допомогою уніфікованих та специфічних програмних середовищ, сучасними способами представлення результатів дослідження.

Програмні результати навчання

У результаті засвоєння курсу здобувач повинен набути знань і умінь, які дозволяють:

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

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

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 підготовчих презентаціях, 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. 16. Робити огляд та пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, онлайн-ресурси.

3. Структура дисципліни

№	Тема	Результати навчання	Завдання
Фізичні передумови особливих властивостей нанодисперсних матеріалів			
1	Тема 1. Вступ до нанотехнологій	Вступ. Класифікація наноматеріалів. Застосування наноструктур. Роль поверхні та особливості наноструктурних об'єктів.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
2.	Тема 2. Базові вимоги до нанотехнологій	«Чисті» кімнати. Базові принципи електронно-променевих та вакуумних методів формування нанооб'єктів.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
3	Тема 3. Дослідження структури.	EDS метод. Трансмісійна електронна мікроскопія. Кріо-трансмісійна електронна мікроскопія. Принципи комп'ютерної томографії.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
4.	Тема 4. X-променеві методи дослідження.	X-променевий спектральний аналіз. Оптичні спектральні вимірювання. Особливості застосування X-променевих та оптичних спектральних методів до астрономічних досліджень.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
5.	Тема 5. Аналіз вакуумних систем	Механічні, кріогенні та турбомолекулярні помпи. Електронно-променеве випаровування	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та

		речовини.	самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
6.	Тема 6. Методи фізичного та хімічного осадження речовини.	Фотолітографія. Електронно-променева літографія. Самоорганізація наноструктур.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
7.	Тема 7. Наноструктури	Гетероструктури. Квантові точки, квантові нитки та квантові ями: теорія та експериментальне дослідження. Енергетичні спектри наночастинок (0D, 1D, 2D – об'єкти). Особливості застосування наноматеріалів для енергетики.	Підготовка конспекту (змістовних тез) з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Практичне заняття	50
Самостійна робота	
Індивідуальне завдання	
Залік	50
Максимальна кількість балів	100 балів

Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою:

- *90-100 балів* – Здобувач вільно володіє навчальним матеріалом; висловлює свої думки; творчо виконує індивідуальні та колективні завдання; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань; комунікативні уміння та навички сформовані на високому рівні; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання і оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для розв'язання поставлених перед ним завдань.

- *70-89 балів* – Здобувач вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає незначні граматичні помилки у порівняннях, формулюванні висновків, застосуванні теоретичних знань на практиці; за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою; має стійкі навички виконання завдань.

- *50-69 балів* – Здобувач володіє навчальним матеріалом поверхово, фрагментарно; на рівні запам'ятовування відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків; знайомий з основними поняттями навчального матеріалу; комунікативні уміння та навички сформовані частково; під час відповіді допускаються суттєві граматичні помилки; має елементарні нестійкі навички виконання завдань; планує та виконує частину завдань за допомогою викладача.

- *Менше 50 балів* – У здобувача не сформовані комунікативні уміння та навички; аспірант допускає велику кількість граматичних помилок, що ускладнює розуміння; аспірант не володіє навчальним матеріалом; виконує лише елементарні завдання, потребує постійної допомоги викладача.

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу

Під час навчання студенти можуть отримати такі бали: Назва контролю	Мак кількість балів	Примітки
Практичні заняття	60	4 практичні тематичні роботи (робота в групах в аудиторії)
Залік	40	Міні оцінка допуску – 25 Мак оцінка допуску – 60
Разом:	100	Відмінно!

- По завершенні теоретичного навчання середнє арифметичне усіх отриманих оцінок у 100-бальній шкалі множиться на ваговий коефіцієнт 0,4, відповідно – максимальний бал за усі отриманні заняття у підсумку може скласти 40 балів.

- Оцінювання за екзамен відбувається у 100-бальній шкалі, отримана оцінка сходиться на ваговий коефіцієнт 0,5.

- Підсумкова оцінка за вивчення дисципліни складається із математичної суми балів за роботу на парах (максимально – 40 балів), отриманих балів за самостійну роботу (оцінка виставляється у 100-бальній шкалі і множиться на ваговий коефіцієнт 0,05, відповідно максимальний бал за самостійну роботу може скласти 5 балів), оцінки за індивідуальне завдання (оцінка виставляється у 100-бальній шкалі і множиться на ваговий коефіцієнт 0,05, відповідно максимальний бал може скласти 5 балів) і оцінки, отриманої за екзамен (максимальний бал – 50 балів), що в сумі максимально може скласти 100 балів.

- При виставленні балів за модульний контроль оцінюються: рівень теоретичних

знань та практичні навички з тем, включених до змістових модулів, самостійне опрацювання тем, написання есе, опрацювання завдань, підготовка презентацій доповідей, підготовка індивідуальних завдань тощо.

- Якщо аспірант не складав змістовий модуль з поважних причин, які підтверджені документально, то він має право на його складання з дозволу зав. кафедри (за заявою).








- Оцінка за іспит формується із суми відповідей аспіранта на 3 основні запитання та 2 додаткові (по 10 балів за кожне запитання), або, за вимогою – на основі результатів тестування (максимальна оцінка за тести – 50 балів).

6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	Мультимедіа (відеофайли, рисунки, схеми)
Література:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Юхновський І. Р. Основи квантової механіки навч. Посібник, 2-ге вид., перероб. і доп. К.:Либідь,2002 .-392 с. 2. Д.М.Заячук. Нанотехнології і наноструктури. Львів:"Львівська політехніка",2009 .-580 с. 3. Киттель Ч., Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978. 4. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Квантовая механика: Нерелятивистская теория. М.: Наука, 1974. 5. Є.С. Крячко, Є.Ю. Ремета, Теорія функціонала густини в атомній фізиці, УФЖ, Огляди. 2014. Т. 9, № 1. 6. Васильев А. Н., Михайлин В. В. Введение в спектроскопию твердого тела. М.:МГУ,1987 .-192 с. 7. Шпак А. П.,Куницький Ю. А.,Коротченков О. О., Смик С. Ю. Квантові низькорозмірні системи К.:Академперіодика,2003 .-310 с. 8. В.П.Кладько. Рентгенооптичні ефекти в багатошарових періодичних квантових структурах: монографія. К.:Наукова Думка,2006 .-287 с. 9. Ткач М. Квазічастинки у наногетеросистемах. Квантові точки та дроти. Чернівці:ЧНУ,2003 .-312 с. 10. Павлишин Володимир Іванович, Довгий С.О. Мінералогія:Вступ до мінералогії. Кристалохімія, морфологія і анатомія мінералів. Мікромінералогія і наномінералогія: підручник. К.:КНТ,2008 .-536 с. 11. З. М. Праттон, Введение в физику поверхности. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 256 С. 12. P. Hofmann, Surface Physics. An Introduction, 2013, 293 P. 13. Э.Зенгуил “Физика поверхности”. М., Мир, 1990, 536 стр. 14. Наноструктурные материалы: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с. 15. Основы нанотехнологий и наноматериалов : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.А. Азаренков, А.А. Веревкин, Г.П. Ковтун. – Харьков, 2009. 16. Введение в нанотехнологии: текст лекций / А.И. Грабченко, Л.И. Пупань, Л.Л. Товажнянский. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2012. – 288 с. 17. Фреїк Д.М., Чобанюк В.М., Никируй Л.І. Фізика твердого тіла. Кристалічна структура. Фізичний практикум Навчальний посібник. – Івано-Франківськ. В-во Прикарпатського національного університету. – 2009. – 120 с. 18. Наноматериалы и нанотехнологии / В.М. Анищик и др.; под ред. В.Е.Борисенко, Н.К. Толочко. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2008. – 375 с. 19. Vacuum Technology Know How Pfeiffer Vacuum GmbH, March 2009. 	




7. Контактна інформація

Кафедра	<p>Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57,</p> <p> каб. 208 (вхід з вул. Чорновола)</p> <p> тел.</p> <p>+380342596143</p> <p> https://kmint.pnu.edu.ua/</p>
Викладач	 <p>Ільницький Роман Васильович, завідувач відділу аспірантури і докторантури, професор, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри матеріалознавства і новітніх технологій</p>
Контактна інформація викладача	<p> +38 0342 783508</p> <p> r.v.ilnitsky@gmail.com</p> <p> https://kmint.pnu.edu.ua/штат-кафедри/ільницький-роман-васильович/</p>

8. Політика курсу	
Академічна доброчесність	<p>Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету:</p> <p>Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням: https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагиату/</p>
Пропуски (відпрацювання) занять	<p>Можливість і порядок відпрацювання пропущених аспірантом занять регламентується «Положенням про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника”» (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) (див. стор. 4.).</p> <p>Ознайомитися з положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Виконання завдання встановленого терміну пізніше	<p>У разі виконання завдання аспірантом пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка за завдання - «незадовільно», відповідно до «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 4-5.</p> <p>Ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Невідповідна поведінка під час заняття	<p>Невідповідна поведінка під час заняття регламентується рядом положень про академічну доброчесність (див. вище) та може призвести до відрахування здобувача вищої освіти (студента) «за порушення навчальної дисципліни і правил внутрішнього розпорядку вищого закладу освіти», відповідно до п.14 «Відрахування студентів» «Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти» - ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Додаткові бали	<p>Отримання додаткових балів за дисципліною можливе в разі виконання самостійної роботи, попередньо узгоджених з викладачем. Перелік самостійної роботи міститься у навчальній програмі до курсу.</p> <p>Також за рішенням кафедри управління та бізнес-адміністрування студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі (роботі конференцій, студентських наукових гуртків та проблемних груп, підготовці публікацій), а також були учасниками олімпіад, конкурсів, можуть присуджуватися додаткові бали «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного</p>

	університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 3.
Неформальна освіта	Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується «Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора №819 від 29.11.2019) - https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/

Викладач



Ільницький Р. В.