

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



**Фізико-технічний факультет**  
Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**НАНОСИСТЕМИ І НАНОТЕХНОЛОГІЇ**

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

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від «27» серпня 2021 р.

м. Івано-Франківськ – 2021

## **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	Наносистеми і нанотехнології
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	нормативна
Курс / семестр	2 курс / 3 семестр
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 20 год. Семінарські заняття – 10 год. Самостійна робота – 60 год.
Мова викладання	українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	<a href="http://www.d-learn.pnu.edu.ua">www.d-learn.pnu.edu.ua</a>

## 2. Опис дисципліни

### Мета та цілі дисципліни

Дисципліна «Наносистеми і нанотехнологій» відноситься до фундаментальних природничо-наукових програм. В ході вивчення дисципліни вивчаються загальні характеристики наноматеріалів та нанотехнологій та перспективи їх практичних застосувань.

**Мета курсу:** формування у аспірантів нового рівня знань про фізико-хімічні властивості матерії та їх практичному 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 наноструктур;
- 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.3. Здатність застосовувати у науковій та/або практичній діяльності сучасні знання з галузей, використовувати новітні інформаційні та комунікаційні технології.

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).

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

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

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

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

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, 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. Структура дисципліни

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1	Тема 1. Нанотехнології як ключовий напрямок розвитку технологій XXI століття.	Основні поняття та визначення нанотехнологій. Відомості про наноматеріали, їх види та групи Хронологія розвитку нанонауки та нанотехніки. Наукові основи та об'єкти нанотехнологій.	Підготовка конспекту з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел.
2.	Тема 2. Магнітні та оптичні властивості наносистем.	Магнітні властивості наночастинок. Квантове магнітне тунелювання. Гігантський магнітоопір в наносистемах. Оптичні властивості наносистем	Підготовка конспекту з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Тестування
3	Тема 3. Структура та властивості наноструктурних матеріалів	Структурні особливості наноматеріалів, що забезпечують неординарність їх властивостей. Фізичні, хімічні, механічні властивості наноматеріалів.	Підготовка конспекту з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Тестування
4.	Тема 4. Методи дослідження наноструктур	Скануюча зондова мікроскопія. Тунельний ефект. Скануючий тунельний мікроскоп. Атомний силовий мікроскоп. Лазерний атомно-силовий мікроскоп.	Підготовка конспекту з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
5.	Тема 5. Нанопорошки.	Особливості структури і властивостей. Основні методи отримання. Застосування нанопорошків.	Підготовка конспекту з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
6.	Тема 6. Нанопроцесорна електронна техніка	Нанозапис інформації та її зчитування. Мікросхеми нанорозмірів. «Розумний пил».	Підготовка конспекту з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.

7.	Тема 7. Використання наноматеріалів та нанотехнологій у різних галузях промисловості	Використання наноматеріалів та нанотехнологій у мікроелектроніці та фотоніці, енергетиці. Композиційні матеріали у воєнній сфері.	Підготовка конспекту з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.
8	Тема 8. Перспективи розвитку нанотехнологій.	Синергетичний ефект нанотехнологій. Економічні аспекти використання нанотехнологій. Особливості інвестування. Основні тенденції розвитку у найближчій та віддаленій перспективі.	Підготовка конспекту з теми під час лекції та самостійні доповнення з джерел. Доповідь та презентації на задану тему та їх обговорення. Тестування.

#### 4. Система оцінювання курсу

<b>Загальна система оцінювання курсу</b>	<p>Структура розподілу балів у ході аудиторно-самостійної роботи (вересень – грудень):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) присутність на лекційному та семінарському занятті – 1 бал;</li> <li>2) усні відповіді на семінарських заняттях з використанням презентацій; підготовка доповідей, есе, тощо – максимально - 5 балів (обов'язковою є одна оцінка із п'яти семінарських/практичних занять);</li> <li>3) одна контрольна робота (письмова форма/дистанційна із використанням комп'ютерних технологій) – максимально 5 балів.</li> <li>4) самостійна робота – здійснюється як в аудиторний так і поза аудиторний час із наперед визначених робочою програмою тем (максимально -25 балів).</li> </ol> <p>Мінімальна кількість балів допуску до екзамену – 25 балів  Максимальна кількість балів допуску до екзамену – 50 балів  Екзамен – 50 балів  Підсумкова оцінка – максимум 100 балів (мінімум 50 балів).</p>
<b>Вимоги до письмової роботи</b>	<p>Обов'язковим є написання однієї контрольної роботи. Результат роботи оцінюється максимально - 5 балів.</p> <p>Контрольна робота – охоплює матеріал лекційних тем. Кількість запитань: 4. Запитання відкритого типу (без варіантів відповідей). Час виконання: 80 хв. (в межах семінарського заняття) / або у дистанційній формі із використанням тестових технологій (Структура тесту: Загальна кількість питань - 40; На одне поставлене питання є чотири варіанти відповідей, одна з яких правильна).</p> <p>Критерії оцінювання:  Контрольна робота максимально оцінюється у 5 балів. При цьому,</p>

	<p>5 балів виставляється, коли усі питання розкриті повністю, наведені конкретні приклади описаних понять та феноменів з ґрунтовним аналізом їх характерних особливостей. 4 бали – питання розкриті не в повній мірі, з мінімальною кількістю прикладів та характерних особливостей, проте аспірант дав відповіді на всі питання. 3 б. - аспірант не дав відповідь на два питання, проте дав часткові відповіді на решта питань 2 б. виставляється аспіранту, який не відповів на жодне питання контрольної роботи або не розкрив зміст жодного із питань.</p>
<b>Семінарські заняття</b>	<p>Робота на семінарських заняттях оцінюється за наступними критеріями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- присутність на занятті та підготовлений конспект згідно плану практичного заняття - 1 бал;</li> <li>- опрацювання проблемних питань та їх усне обговорення в дискусійній формі (доповнення, відповіді на запитання викладача, висловлювання своєї обґрунтованої точки зору під час обговорення проблемних питань, тощо) - 3 бали;</li> <li>- виступ із доповіддю на питання, яке визначене планом практичного завдання - 4 бали (за умови, що відповідь буде змістовною та відповідати плановому питанню);</li> <li>- якщо при виступі проявлена ґрунтовна підготовка, висловлюється власна точка зору щодо означеної проблеми, яка підкріплюється відповідною аргументацією, використовується попередньо розроблена презентація, подані правильні відповіді на уточнюючі запитання викладача та студентів - 5 балів.</li> </ul> <p>Таким чином участь в роботі практичних занять може забезпечити отримання до 5 балів за одне заняття.</p> <p>В межах 5 запланованих семінарських занять є обов'язковою 1 (одна) усна відповідь.</p>
<b>Умови допуску до підсумкового контролю</b>	<p>Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок, які отримав аспірант.</p> <p>Аспірант допускається до підсумкового контролю (екзамен) за умови виконання усіх запланованих видів робіт і отримання 25 і більше балів (максимально – 50).</p>

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

Види навчальної роботи	Навчальні тижні																	Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Лекції	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								10
Семінарські з-тя									1	1	6	1	1					10
Самостійна р-та																	25	25
Екзамен																	50	50
Всього за тиждень	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	6	1	6			25	50	100

## 6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	Мультимедіа (відеофайли, рисунки, схеми)
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) - // Число С. 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.

### Інформаційні ресурси

1. <http://lib.pu.if.ua>
2. <http://www.nbu.gov.ua/>
3. <http://www.springer.com/?SGWID=5-102-0-0-0>
4. <http://www.sciencedirect.com>
5. <http://www.scopus.com/home.url>
6. <http://search.epnet.com/>
7. <http://journals.aip.org/>
8. <http://publish.aps.org/>

## 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> <a href="https://kmint.pnu.edu.ua/">https://kmint.pnu.edu.ua/</a></p>
---------	--

Викладач	 <p><b>Ільницький Роман Васильович</b>, завідувач відділу аспірантури і докторантури, професор, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри матеріалознавства і новітніх технологій</p>
Контактна інформація викладача	 +38 0342 783508  <a href="mailto:r.v.ilnitsky@gmail.com">r.v.ilnitsky@gmail.com</a>  <a href="https://kmint.pnu.edu.ua/штат-кафедри/ільницький-роман-васильович/">https://kmint.pnu.edu.ua/штат-кафедри/ільницький-роман-васильович/</a>

8. Політика курсу	
Академічна доброчесність	<p>Політика курсу «Наносистеми і нанотехнології» ґрунтується на принципах академічної доброчесності, що забезпечує її прозорість та законність діяльності і здійснюється на основі відповідних нормативних документів: «Положення про запобігання академічного плагіату», «Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності», «Кодекс честі ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Стефаника».</p>
Пропуски занять (відпрацювання)	<p>Незалежно від форми здобуття третього рівня вищої освіти (очної (денної і вечірньої) і заочної) аспіранти зобов'язані відвідувати аудиторні заняття і проходити всі форми поточного та підсумкового контролю.</p> <p>У разі неможливості аспірантами вечірньої та заочної форми здобуття освіти відвідувати усі аудиторні заняття з об'єктивних причин, вони складають індивідуальний графік відвідувань (не менше 30%), а решту завдань виконують дистанційно. Аспіранти погоджують цей графік із викладачем і відділом науково-дослідної роботи.</p>

<p>Виконання завдання пізніше встановленого терміну</p>	<p>Аспірант вважається допущеним до семестрового контролю, якщо він виконав усі види робіт, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни. Загальна (максимальна) сума балів, яка присвоюється аспіранту за курс, становить 100 балів, яка є сумою балів за виконання завдань, які передбачені у модулі 1 та балами, отриманими під час екзамену (модуль 2). Допуск до екзамену передбачає отримання рейтингової підсумкової оцінки (максимум 50 балів, мінімум 25 балів). Аспірант, який не набрав 25 балів, не може бути допущеним до екзамену за відомістю №1. Аспірант користується повторним правом отримати допуск на складання екзамену за відомістю №2 за умов відпрацювання усіх форм навчальної діяльності, визначених робочою програмою. Здача екзамену за відомістю №3 передбачає обов'язкове комп'ютерне екзаменаційне тестування.</p>
<p>Невідповідна поведінка під час заняття</p>	<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: <a href="https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/">https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/</a></p>
<p>Додаткові бали</p>	<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. 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 університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 3.</p>
<p>Неформальна освіта</p>	<p>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) - <a href="https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/">https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/</a></p>

**Викладач**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. V. Ilynytskyi', written in a cursive style. The signature is positioned between the words 'Викладач' and 'Ільницький Р. В.'.

**Ільницький Р. В.**