

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



Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**НАНОСИСТЕМИ, НАНОМАТЕРІАЛИ, НАНОТЕХНОЛОГІЇ**

Рівень вищої освіти: **другий (магістерський)**

Освітня програма: **Прикладна фізика та наноматеріали**

Предметна спеціальність: **105 Прикладна фізика та наноматеріали**

Спеціальність: **105 Прикладна фізика та наноматеріали**

Галузь знань: **10 Природничі науки**

Затверджено на засіданні кафедри  
фізики і хімії твердого тіла

Протокол № \_\_\_\_\_  
від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

м. Івано-Франківськ – 2023

| <b>1. Загальна інформація</b>  |   |
|--|---|
| <b>Назва дисципліни</b>  | Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології                            |
| <b>Викладач (-і)</b>   | Яворський Ростислав Святославович                                     |
| <b>Контактний телефон викладача</b>  | 59-60-82  |
| <b>Е-mail викладача</b>  | <a href="mailto:r.yavorskyi@pnu.edu.ua">r.yavorskyi@pnu.edu.ua</a>    |
| <b>Формат дисципліни</b>   | Очний   |
| <b>Обсяг дисципліни</b>  | 3 кредити ЄКТС, 90 год.   |
| <b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>  | <a href="https://d-learn.pnu.edu.ua/">https://d-learn.pnu.edu.ua/</a> |
| <b>Консультації</b>  | Згідно з графіком консультацій  |
| <b>2. Анотація до навчальної дисципліни</b>  |   |
| <p><u>Предметом</u> вивчення навчальної дисципліни є .....</p> <p>Дисципліна “Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології” є нормативною дисципліною і орієнтована на освоєння студентами основних понять та визначення нанотехнології, методи аналізу та принципи конструювання об’єктів на нанорівні. Наведено відомості про методи дослідження наноструктурних матеріалів. Розглянуто основні напрямки практичного використання нанотехнологій та наноматеріалів у різних сферах</p>   |   |
| <b>3. Мета та цілі навчальної дисципліни</b>   |   |
| <p><b>Метою вивчення</b> дисципліни є ознайомлення студентів із сучасними досягненнями науки у галузі нанотехнологій: отримання нових наноматеріалів, створення на їх основі нових приладів та пристроїв для потреб підприємств в різних галузях економіки (медицині, сільському господарстві, військовій промисловості, приладобудуванні, енергетиці та ін.).</p> <p>У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– розширити уявлення про фізичну картину світу на прикладі знайомства з властивостями наноб’єктів;</li> <li>– познайомитись з історією виникнення нанотехнологій;</li> <li>– сформувати поняття «наноб’єкт», «наноматеріал», «наноструктура», показати міждисциплінарний характер цього напрямку науки, його перспективи для реалізації потреб людства;</li> </ul> |   |

- сформулювати уявлення про унікальні властивості наноматеріалів та їх застосування;
- ознайомитись з методами створення нанооб'єктів;
- ознайомитись з основними інструментами дослідження нанооб'єктів та наноматеріалів: електронною, атомно-силовою мікроскопією;
- сформулювати уявлення про практичне значення розвитку нанотехнологій для електроніки, оптоелектроніки, космічної техніки, комп'ютерної техніки, військової справи і т.д.;
- ознайомитись з перспективами розвитку нанотехнологій і пробудження в них зацікавленості до реалізації власних зусиль в галузі нанотехнологій.

#### 4. Організація навчання

##### Обсяг навчальної дисципліни

| Вид заняття                                   | Загальна кількість годин |
|---|--------------------------|
| лекції  | 16                       |
| семінарські заняття / практичні / лабораторні | 14                       |
| самостійна робота                             | 60                       |

##### Ознаки навчальної дисципліни

| Семестр | Спеціальність                         | Курс (рік навчання) | Нормативний /вибірковий |
|---------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 3       | 105 Прикладна фізика та наноматеріали | 2                   | вибірковий              |

##### Тематика навчальної дисципліни

| Тема   | кількість год. |         |           |
|--|----------------|---------|-----------|
|  | лекції         | заняття | сам. роб. |
| Тема 1. Вступ. Поняття про наномасштаб Нанотехнології у природі. Історія розвитку нанотехнологій. Поняття про нанооб'єкт та наноматеріал. Класифікація нанооб'єктів. | 2              |         | 7         |
| Тема 2. Класифікація наноматеріалів. Наноматеріали та нанопристрої. Фулерени   | 2              | 2       | 7         |

|   |    |    |    |
|---|----|----|----|
| Тема 3. Фулерити, нанотрубки.                   | 2  | 2  | 7  |
| Тема 4. Квантові ями, нитки, точки.             | 2  | 2  | 7  |
| Тема 5. Фотонні кристали.                       | 2  | 2  | 8  |
| Тема 6. Методи одержання наночастинок.          | 2  | 2  | 8  |
| Тема 7. Графен. Методи дослідження наноб'єктів. | 2  | 2  | 8  |
| Тема 8. Використання наноматеріалів.            | 2  | 2  | 8  |
| ЗАГ.:   | 16 | 14 | 60 |

### 5. Система оцінювання навчальної дисципліни

|   |   |
|---|---|
| Загальна система оцінювання навчальної дисципліни | <p>Усне опитування, тести, реферат, доповіді, презентації конспект, залік. Участь у роботі впродовж семестру/залік - 50/50. Результати складання семестрового контролю у вигляді заліків за 100-бальною шкалою Університету і переводяться у національну 2-бальну систему оцінювання («зараховано» чи «не зараховано») та відповідні оцінки ЄКТС.З дисциплін, що завершуються заліком, поточна успішність становить 100 балів.</p> <p>Оцінка «зараховано» відповідає 50-100 балів; оцінка « не зараховано» відповідає 1-49 балам.</p> <p><b>Зараховано-“відмінно”</b> – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, наводить повний обґрунтований розв’язок прикладів та задач, аналізує причинно-наслідкові зв’язки; вільно володіє науковими термінами;</p> <p><b>Зараховано-“добре”</b> – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його до розв’язання конкретних прикладів та задач, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності розв’язках;</p> <p><b>Зараховано-“задовільно”</b> – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповіді, не завжди вміє правильно застосувати набуті знання до розв’язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а інколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідкові зв’язки;</p> <p><b>Незараховано</b> – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами</p> |
|---|---|

|  |  |
|--|--|
| Вимоги до письмових робіт              | Практичне заняття проводиться з метою формування у студентів умінь і навичок з предмету, вирішення сформульованих завдань, їх перевірка та оцінювання.. За метою і структурою практичні заняття є ланцюжком, який пов'язує теоретичне навчання і навчальну практику з дисципліни, а також передбачає попередній контроль знань студентів. Оцінка за практичне заняття враховується при виставленні підсумкової оцінки з дисципліни |
| Семінарські заняття                    | –  |
| Умови допуску до підсумкового контролю | Студент допускається до підсумкового контролю за наявності результатів тестування по тематиці практичних занять, оцінювання роботи студента під час практичних занять, доповідь, реферат.  |
| Підсумковий контроль                   | Форма контролю: залік;<br>Форма задачі: комбінована  |

## **6. Політика навчальної дисципліни**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Академічна доброчесність | <p>Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кодекс честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.</li> <li>• Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.</li> <li>• Положення про запобігання академічному плагіату та інших видів академічної нечесності у навчальній та науково-дослідній роботі здобувачів освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника .</li> <li>• Положення про запобігання академічному плагіату у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.</li> <li>• Склад комісії з питань етики та академічної доброчесності у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.</li> <li>• Лист МОН України «До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення</li> </ul> |
|--------------------------|--|

|  |  |
|--|--|
|  | <p>академічної доброчесності».</p> <p>Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням: <a href="https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/">https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/</a></p>  |
| Пропуски занять (відпрацювання)                  | <p>Можливість і порядок відпрацювання пропущених здобувачем освіти занять регламентується «<a href="#">Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності здобувачів освіти ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019)</a>» (див. ст. 4).</p> <p>Ознайомитися з положенням можна за посиланням: <a href="https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/">https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</a></p>   |
| Виконання завдання пізніше встановленого терміну | <p>У разі виконання завдання здобувачем освіти пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка за завдання – «незадовільно», відповідно до «<a href="#">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)</a>» (див. ст. 4-5).</p> <p>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>                |
| 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» «<a href="#">Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти</a>».</p> <p>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> |
| Додаткові бали                                   | <p><b>Додаткові бали до поточного контролю</b> здобувач освіти може отримати, пройшовши навчальний курс у вигляді неформальної освіти з отриманням сертифікату</p>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>в межах предмету вивчення дисципліни протягом навчального семестру, взявши участь у науковому, освітньому чи прикладному проєкті, який відповідає предмету дисципліни:</p> <p><i>2 бали</i> – нараховується здобувачам освіти, які пройшли навчальний курс у вигляді неформальної освіти з отриманням сертифікату в межах предмету вивчення дисципліни протягом навчального семестру.</p> <p><i>2 бали</i> – нараховується здобувачам освіти, які взяли участь у науковому, освітньому чи прикладному проєкті, який відповідає предмету дисципліни.</p> <p><i>1 бал</i> – нараховується здобувачам освіти, які підготували дайджест на певну тематику в межах вивчення дисципліни.</p> <p>Додаткові бали присуджуються у рамках «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) (див. ст. 4).</p> <p>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> |
| Неформальна освіта  | <p>Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується <a href="https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/">«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> 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>   |
| <b>7. Рекомендована література</b>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проценко І.Ю., Черноус А.М., Проценко С.І. Прилади та методи дослідження плівкових матеріалів: Навчальний посібник./ І.Ю. Проценко, А.М. Черноус, С.І. Проценко.– Суми: Вид-во СумДУ, 2007.</li> <li>2. Структура і фізичні властивості твердого тіла. Лабораторний практикум / Під ред. Л.С. Палатника. – Київ: Вища школа, 1992.</li> </ol> |   |

3. Завражна О. М., Пасько О. О., Салтикова А. І. Основи нанотехнологій : навчально-методичний посібник для вчителів та студентів педагогічних університетів /– Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 184 с.
  4. Прокопів В. В. Фізика і технологія тонких плівок : навчальний посібник. У 2-х т. Т. 2. Фізика тонких плівок / Володимир Васильович Прокопів. – Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2010. – 84 с.
  5. Фізичні основи електронної техніки: підручник / З.Ю. Готра, І.Є. Лопатинський, Б.А. Лук'янець, З.М. Микитюк, І.В. За ред. Готри З.Ю. Львів: Бескид Біт, 2004. – 880 с.
  6. Фізика процесів у напівпровідниках та елементах електроніки : курс лекцій : [навчальний посібник] / [Д. М. Фреїк, В. М. Чобанюк, З. Ю. Готра та ін. ; за заг. ред. Д. М. Фреїка]. – ІваноФранківськ : Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. – 263 с.
  7. Козярьський І. П. Фотоелектроніка та оптоелектронні прилади : навчальний посібник. – Чернівці : Рута, 2019. – 136 с.
  8. Чадюк В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання. Книга перша [Електронний ресурс] : навчальний посібник / В. О. Чадюк ; – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 398 с.
  9. Напівпровідникова фотоелектроніка : навч. посіб. / В. П. Савчин, І. І. Іжнін, М. М. Ваків ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 727 с.
- М.М. Солован, А.І. Мостовий. Тонкоплівкова електроніка. / укл.; Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2021. 128 с. 129 ст.

Викладач \_\_\_\_\_ Яворський Р.С.