

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА



Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Фізичні методи нанесення тонких плівок для пристроїв енергетики**

Рівень вищої освіти Перший  
(перший (бакалаврський); другий (магістерський); третій (освітньо-науковий))

Освітня програма Матеріали та системи відновлювальної енергетики

Спеціалізація (за наявності) \_\_\_\_\_

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “29” серпня 2023 р.

м. Івано-Франківськ – 2023 р.



## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Фізичні методи нанесення тонких плівок для пристроїв енергетики
Викладач (і)	Яворський Ярослав Святославович
Контактний телефон викладача	0978033616
E-mail викладача	<a href="mailto:yaroslav.yavorskyi@pnu.edu.ua">yaroslav.yavorskyi@pnu.edu.ua</a>
Формат дисципліни	Очний
Обсяг дисципліни	3 кредити ЄКТС, 60 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua/">https://d-learn.pnu.edu.ua/</a>
Консультації	Згідно з графіком консультацій

## 2. Анотація до навчальної дисципліни

Дисципліна «Фізичні методи нанесення тонких плівок для пристроїв енергетики» є вибірковою дисципліною циклу дисциплін вільного вибору студентів і націлена на знайомство з фізико-хімічними процесами на яких базується тонкоплівкова технологія.

## 3. Мета та цілі навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є отримання студентами знань про фізико-хімічні процеси на яких базується тонкоплівкова технологія, основи електронно-вакуумної гігієни і техніки безпеки при одержанні тонких плівок вакуумними методами.

Основними цілями вивчення дисципліни є отримання студентом знань і вмінь про:

- нанесення плівок методом термічного випаровування;
- нанесення плівок методом йонного розпилення;
- контроль параметрів плівок і технологічних режимів їхнього нанесення;
- вакуумні системи;
- устаткування для нанесення тонких плівок;
- електронно-вакуумну гігієну і техніку безпеки при отриманні тонких плівок.
- контролювати технологічні режими нанесення тонких плівок;
- отримувати і вимірювати високий вакуум; контролювати склад залишкової атмосфери;
- отримувати плівки з парової фази методом термічного напылення у відкритому вакуумі;
- отримувати плівки з парової фази методом гарячої стінки;
- вимірювати електричні параметри тонких плівок.....

## 4. Організація навчання

Обсяг навчальної дисципліни	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	14
семінарські заняття / практичні / лабораторні	16
самостійна робота	60

Ознаки навчальної дисципліни			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибіркового
8	105 Прикладна фізика та наноматеріали	4	Вибіркові дисципліни

Тематика навчальної дисципліни			
Тема	кількість год.		
	лекції	заняття	сам. роб
Тема 1. Вступ. Тонкі плівки у напівпровідникових приладах і мікросхемах	1	2	6
Тема 2. Нанесення плівок методом термічного випаровування.	2	2	8
Тема 3. Нанесення плівок методом йонного розпилення.	2	2	8
Тема 4. Контроль параметрів плівок і технологічних режимів їхнього нанесення.	2	2	8
Тема 5. Вакуумні системи. Форвакуумні і високовакуумні насоси.	2	2	8
Тема 6. Вимірювання вакууму. Контроль складу залишкової атмосфери.	2	2	8
Тема 7. Устаткування для нанесення тонких плівок.	1	2	6
Тема 8. Електр.-вакуумна гігієна і техніка безпеки	2	2	8
ЗАГ.:	14	16	60

## 5. Система оцінювання навчальної дисципліни

Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (екзамен). Поточний контроль передбачає оцінювання усних відповідей на лекційних заняття, результатів тестування, та виконання завдань практичних занять. Підсумковий контроль здійснюється на основі накопичених балів протягом семестру в процесі поточного контролю.
Вимоги до письмових робіт	
Семінарські заняття	
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності позитивних результатів тестування по тематиці практичних занять.
Підсумковий контроль	Форма контролю – залік. Форма здачі – комбінована. Структура білета і розподіл балів за завдання: 3 питання по 33 бали

## 6. Політика навчальної дисципліни

### Письмові роботи:

У разі виконання завдання здобувачем освіти 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» \(введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019\)](#) (див. ст. 4-5).

Ознайомитися із положенням можна за посиланням: <https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/>

### Академічна доброчесність:

Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету:

- Кодекс честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
- Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
- Положення про запобігання академічному плагіату та інших видів академічної нечесності у навчальній та науково-дослідній роботі здобувачів освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
- Положення про запобігання академічному плагіату у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.
- Склад комісії з питань етики та академічної доброчесності у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.
- Лист МОН України «До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності».

Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням:

<https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/>

#### Відвідування занять

Можливість і порядок відпрацювання пропущених здобувачем освіти занять регламентується «[Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності здобувачів освіти ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» \(введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019\)](#) (див. ст. 4).

Ознайомитися з положенням можна за посиланням: <https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/>

#### Неформальна освіта:

Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується «[Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» \(введено в дію наказом ректора №819 від 29.11.2019\)](#) Ознайомитися із положенням можна за посиланням:

<https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/>

## 7. Рекомендована література

1. Прокопів В. В. Фізика і технологія тонких плівок : навчальний посібник. У 2-х т. –Т. 1. Технологія тонких плівок / Володимир Васильович Прокопів. – Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2010. – 96 с.
2. 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.
3. 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.
4. 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]. – Івано-Франківськ : Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. – 263 с.

#### Допоміжна

1. Nikitenkov, Nikolay, ed. *Modern technologies for creating the thin-film systems and coatings*. BoD–Books on Demand, 2017.
2. Taborda, Jaime Andres Perez, and Alba Avila, eds. *Coatings and Thin-Film Technologies*. BoD–Books on Demand, 2019.
3. Senthil, T. S., and C. R. Kalaiselvi. "New materials for thin film solar cells." *Coatings and Thin-Film Technologies* 207 (2019).
4. Acosta, Edwin. "Thin films/properties and applications." *Thin Films*. IntechOpen, 2021.
5. Thirumalai, Jagannathan, ed. *Thin film processes: artifacts on surface phenomena and technological facets*. BoD–Books on Demand, 2017.
6. Sood, Ashok K., et al. "Nanostructure technology for EO/IR detector applications." *Nanorods and Nanocomposites* (2019): 69.
7. Piedade, Ana P., et al. "Thin films for medical and environmental applications." *Methods for Film Synthesis and Coating Procedures*. London, UK: IntechOpen, 2018.
8. Фреїк Д.М., В.В. Прокопів, М.О. Галушак та ін. Кристалохімія і термодинаміка атомних дефектів у сполуках А IV В VI . Івано-Франківськ: Плай, 2000. – 164 с.

Яворський Я.С., доцент кафедри фізики  
і хімії твердого тіла