

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

Факультет/інститут фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика і технологія тонких плівок

Освітня програма **Матеріали і системи відновлюваної енергетики**

Спеціальність **105 Прикладна фізика та наноматеріали**

Галузь знань **10 Природничі науки**

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №9 від “07” квітня 2022 р.

м. Івано-Франківськ - 2022

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Фізика і технологія тонких плівок
Рівень вищої освіти	Перший рівень освіти
Викладач (-і)	Яворський Ростислав Святославович
Контактний телефон викладача	59-60-82
E-mail викладача	r.yavorskyi@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очна
Обсяг дисципліни	3 кредити
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pnu.edu.ua/
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Анотація до курсу	
Дисципліна “Фізика і технологія тонких плівок” є вибірковою дисципліною циклу дисциплін вільного вибору студентів і орієнтована на освоєння студентами принципів фізико-хімічних властивостей плівок та методики осадження тонких плівок і гетероструктур.	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою вивчення дисципліни є формування у студентів знань, вмінь і навичок із фізичних основ тонкоплівкового матеріалознавства, технології осадження тонких плівок, впливу умов осадження на їх фізико-хімічні властивості. Даний курс має за основу навчити студентів різних методик осадження тонких плівок, впливу вакууму на властивості тонких плівок, кінетику росту плівок, основних технологічних параметрів системи.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Освоїти поняття «тонкі плівки», фізико-хімічні властивості, сферу застосування і електрофізичні властивості; методики осадження тонких плівок; кінетики росту тонких плівок і наноструктур. <p>Після засвоєння матеріалу навчальної дисципліни студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - параметри і характеристики установок вакуумного осадження; - фізичну суть процесів зародкоутворення тонких плівок; - механізми росту тонких плівок; - вплив вакууму на структурну досконалість плівок; - вплив дефектоутворень в структурі на електрофізичні властивості тонких плівок. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навчитись осаджувати тонкі плівки і гетероструктури з парової фази методом термічного напилення у відкритому вакуумі; - визначати низький і високий вакуум; - отримувати відтворювальні серії тонких плівок; - визначати товщину плівок в процесі осадження; - вимірювати електрофізичні властивості тонких плівок; - отримувати і досліджувати тонкоплівкові сонячні елементи і термоелектричні перетворювачі. 	
4. Компетентності	
<p>ПК. Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі прикладної фізики і наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення і характеризується певною невизначеністю умов, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій</p> <p>ЗК 01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях</p> <p>ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК05. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій ЗК06.</p> <p>Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.</p>	

ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
 ФК01. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів.
 ФК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
 ФК03. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження
 ФК05. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
 ФК06. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

5. Результати навчання

ПРО3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.
 ПРО6. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.
 ПО12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	16 год.
семінарські заняття / практичні	14 год.
самостійна робота	60 год.

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/вибірковий
8	Прикладна фізика та наноматеріали	4	Вибірковий

Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Вступ. Поняття про тонкі плівки. Методики осадження тонких плівок.	Лекція (2 год)	Згідно список у літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (7 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 2. Основні параметри технологічного процесу осадження. Способи нагрівання мішені із випаровуванням матеріалом.	Лекція (2 год)	Згідно список у літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (7 год.)	1-10	Згідно розкладу занять

Тема 3. Процеси конденсації пари. Процеси зародкоутворення і механізми росту плівок. Вплив орієнтації підкладки.	Лекція (2 год) практ. (2 год.)	Згідно список у літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (7 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 4. Метод відкритого випаровування у вакуумі. Вакууметри. Дифузійний і форвакуумний насос. Турбомолекулярні насоси.	Лекція (2 год) практ. (2 год.)	Згідно список у літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (7 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 5. Метод лазерного імпульсного осадження. Потужність випромінювання.	Лекція (2 год)	Згідно список у літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (8 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 6. Вимірювання електричних параметрів тонких плівок, коефіцієнт Зеєбека, зняття вольт-амперних характеристик. Визначення термоелектричної добротності. Визначення точки максимальної потужності.	Лекція (2 год)	Згідно список у літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (8 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 7. Структурні недосконалості у тонких плівках. Дефекти.	Лекція (2 год)	Згідно список у літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (8 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 8. Дослідження морфології поверхні тонких плівок. Розміри кристалітів і шорсткість поверхні. Кристалографічна структура плівок.	Лекція (2 год)	Згідно список у літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (8 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
7. Система оцінювання курсу					

Загальна система оцінювання курсу	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. Оцінка «зараховано» відповідає 50-100 балів; оцінка « не зараховано» відповідає 1-49 балам.
Вимоги до письмової роботи	
Семинарські 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.
8. Політика курсу	
Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <u>Положення</u> та <u>Кодексу честі</u> .	
9. Рекомендована література	
<ol style="list-style-type: none"> 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]. – ІваноФранківськ : Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. – 263 с. 5. Минайчев В.Е. Вакуумное оборудование для нанесения пленок. М., 1978. 6. Козярьський І. П. Фотоелектроніка та оптоелектронні прилади : навчальний посібник. – Чернівці : Рута, 2019. – 136 с. 7. 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. 8. Напівпровідникова фотоелектроніка : навч. посіб. / В. П. Савчин, І. І. Іжнін, М. М. Ваків ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 727 с. 9. М.М. Солован, А.І. Мостовий. Тонкоплівкова електроніка. / укл.; Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2021. 128 с. 129 ст. 10. Пономаренко В. П., Филачев А. М. Инфракрасная техника и электронная оптика. Становление научных направлений. 1946-2016. Физматкнига, 2016. – 448 с. 	

Викладач _____ Яворський Р.С.