

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Фізичні властивості наноплівкових матеріалів
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
Розробник(и)	Проценко Іван Юхимович
Рівень вищої освіти	Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 4-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кредитів ЄКТС, з яких 50 годин становить контактна робота з викладачем (30 годин лекцій, 20 годин практичних занять), 100 годин становить самостійна робота
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Прикладна фізика та наноматеріали"
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідність запровадження такого курсу для аспірантів спеціальності 105 – Прикладна фізика та наноматеріали обумовлена необхідністю належної теоретичної підготовки для розв'язання ними практичних задач у своїй професійній діяльності з використанням фундаментальних та спеціальних методів прикладної фізики, матеріалознавства та фізики тонких плівок.
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Розширення та поглиблення знань фахівців в галузі прикладної фізики, матеріалознавства та фізики тонких плівок, здатних формулювати, узагальнювати та розв'язувати практичні задачі у своїй професійній діяльності з використанням фундаментальних та спеціальних розділів прикладної фізики, матеріалознавства та фізики тонких плівок та експлуатувати відповідне

технологічне обладнання.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Термодинамічні властивості плівкових матеріалів 1.1 Фазова рівновага. Зміна умов фазової рівноваги в нанорозмірних та нанокристалічних плівкових матеріалів. Отримання співвідношення для критичної товщини та радіуса наночастини при фазовому переході. Роль міжзеренної поверхневої енергії у загальному енергетичному балансі. 1.2 Вплив поверхневої енергії на структурні та термодинамічні властивості Залежність параметра решітки від радіуса наночастинки або ефективної товщини (теорія і експеримент). Вакансійний розмірний ефект. Залежність температури плавлення від радіуса наночастинки або ефективної товщини (теорія і експеримент). Узагальнення теоретичних та експериментальних результатів.
Тема 2 Електрофізичні властивості плівкових матеріалів 2.1 Класичні теорії електропровідності і термічного коефіцієнту опору плівок. Класична теорія Фукса (врахування поверхневого розсіювання електронів). Методика розрахунків параметрів електроперенесення в рамках моделі Фукса. Класична теорія Маядаса-Шатцкеса (МШ) (врахування поверхневого і зерномежового розсіювання електронів). Методика розрахунків параметрів електроперенесення в рамках моделі МШ. Класичні теорії Тельє-Тоссе-Пішар (врахування поверхневого і зерномежового розсіювання та зерномежової інжекції електронів): модель ефективної СДВП; лінерізована модель та модель ізотропного розсіювання електронів. Уявлення про тривимірну модель. Методики розрахунків параметрів електроперенесення в рамках вказаних моделей. Узагальнюючі висновки стосовно ефективності моделей. Макроскопічна модель для ТКО багат шарових плівок. 2.2 Класичні теорії тензоефекту у плівкових матеріалах Загальна характеристика тензорезистивного ефекту в одно- і багат шарових плівках. Модель ефективної СДВП і лінерізована модель. Напівкласична модель тензоефекту в двошарових плівках, її недоліки. Макроскопічна модель тензоефекту в багат шарових плівкових системах. Розмірні ефекти в тензочутливості багат шарових плівкових систем.
Тема 3 Магніторезистивні властивості 3.1 Уявлення про звичайний, анізотропний і гігантський магнітоопір Магнітоопір у багат шарових плівкових системах на основі магнітних і немагнітних шарів. Основні ознаки гігантського магнітного опору (ГМО). ГМО в гранульованих плівкових сплавах. Магнітний коефіцієнт опору (теорія для тришарової системи). Метода розрахунків величини спіну гранул в гранульованих плівкових сплавах. Узагальнюючі висновки по курсу.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Розуміти суті розмірних явищ в тонких плівках.
РН2	Знати природу і механізм реалізації ефектів провідності, ТКО, тензочутливості та магнітоопору у багат шарових плівкових системах та гранульованих плівкових сплавах.
РН3	Уміти систематизувати матеріал, що міститься в наукових працях з прикладної фізики, наноматеріалознавства та фізики тонких плівок.
РН4	Виявляти здатність до самонавчання та професійного саморозвитку.

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Термодинамічні властивості плівкових матеріалів
Лк1 "Фазова рівновага" Зміна умов фазової рівноваги в нанорозмірних та нанокристалічних плівкових матеріалів. Отримання співвідношення для кристалічної товщини та радіуса наночастини при фазовому переході. Роль міжзеренної поверхневої енергії у загальному енергетичному балансі.
Лк2 "Вплив поверхневої енергії на структурні та термодинамічні властивості" Залежність параметра решітки від радіуса наночастинки або ефективної товщини (теорія і експеримент). Вакансійний розмірний ефект.
Лк3 "Температура плавлення" Залежність температури плавлення від радіуса наночастинки або ефективної товщини (теорія і експеримент). Узагальнення теоретичних та експериментальних результатів.
Пр1 "Термодинамічні властивості нанорозмірних і нанокристалічних плівок." Термодинамічні властивості нанорозмірних і нанокристалічних плівкових матеріалів.
Пр2 "Термодинамічні властивості нанорозмірних і нанокристалічних плівок" Термодинамічні властивості нанорозмірних і нанокристалічних плівкових матеріалів.
Пр3 "Електрофізичні властивості нанорозмірних плівок" Питомий опір і термічний коефіцієнт опору плівкових матеріалів нанорозмірної товщини
Пр4 "Електрофізичні властивості нанорозмірних плівок" Термічний коефіцієнт опору плівкових матеріалів нанорозмірної товщини
Пр5 "Електрофізичні властивості нанорозмірних плівок" Деформаційна залежність питомого опору плівкових матеріалів
Пр6 "Електрофізичні властивості нанорозмірних плівок" Ефект тензочутливості в тонких плівках
Тема 2. Електрофізичні властивості плівкових матеріалів
Лк4 "Класичні теорії електропровідності і термічного коефіцієнту опору плівок" Класична теорія Фукса (врахування поверхневого розсіювання електронів). Методика розрахунків параметрів електроперенесення в рамках моделі Фукса.

Лк5 "Класична теорія Маядаса-Шатцкеса (МШ)" Класична теорія Маядаса-Шатцкеса (МШ) (врахування поверхневого і зерномежового розсіювання електронів). Методика розрахунків параметрів електроперенесення в рамках моделі МШ.
Лк6 "Класичні теорії Тельє-Тоссе-Пішар" Класичні теорії Тельє-Тоссе-Пішар (врахування поверхневого і зерномежового розсіювання та зерномежової інжекції електронів): модель ефективної СДВП;.
Лк7 "Лінерізована модель та модель ізотропного розсіювання електронів" Лінерізована модель та модель ізотропного розсіювання електронів. Уявлення про тривимірну модель.
Лк8 "Методики розрахунків параметрів електроперенесення" Методики розрахунків параметрів електроперенесення в рамках вказаних моделей. Узагальнюючі висновки стосовно ефективності моделей.
Лк9 "Макроскопічна модель для ТКО багат шарових плівок" Макроскопічна модель для ТКО багат шарових плівок.
Лк10 "Класичні теорії тензоефекту у плівкових матеріалах" Класичні теорії тензоефекту у плівкових матеріалах. Загальна характеристика тензорезистивного ефекту в одно- і багат шарових плівках. Мо-дель ефективної СДВП і лінерізована модель.
Лк11 "Напівкласична модель тензоефекту" Напівкласична модель тензоефекту в двошарових плівках, її недоліки
Лк12 "Макроскопічна модель тензоефекту" Макроскопічна модель тензоефекту в багат шарових плівкових системах. Розмірні ефекти в тензочутливості багат шарових плівкових систем.
Пр7 "Тензорезистивні властивості нанорозмірних суцільних плівкових матеріалів" Коефіцієнти поздовжньої і поперечної тензочутливості
Пр8 "Тензорезистивні властивості нанорозмірних суцільних плівкових матеріалів." Деформаційні коефіцієнти
Тема 3. Магніторезистивні властивості
Лк12 "Уявлення про звичайний, анізотропний і гігантський магнітоопір" Магнітоопір у багат шарових плівкових системах на основі магнітних і немагнітних шарів. Основні ознаки гігантського магнітного опору (ГМО).

Лк13 "Уявлення про звичайний, анізотропний і гігантський магнітоопір" ГМО в гранульованих плівкових сплавах. Магнітний коефіцієнт опору (теорія для тришарової системи).
Лк14 "Уявлення про звичайний, анізотропний і гігантський магнітоопір" ГМО в гранульованих плівкових сплавах. Магнітний коефіцієнт опору (теорія для тришарової системи).
Лк15 "Метода розрахунків величини спіну гранул в гранульованих плівкових сплавах" Метода розрахунків величини спіну гранул в гранульованих плівкових сплавах. Узагальнюючі висновки по курсу.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Індивідуальна робота над підготовкою доповідей з використанням мультимедійної презентації за темами семінарів відповідно до варіантів.
НД2	Відповіді на практичних і семінарських заняттях

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекції-візуалізації із використанням мультимедійних засобів навчання
МН2	Практичні заняття
МН3	Самостійна робота з вивчення електронних матеріалів з можливістю консультацій очних та онлайн

Лекції з використанням презентацій, лекції-дискусії

Презентувати і обговорювати результати своєї наукової діяльності державною та іноземними мовами в усній і письмовій формах, розуміти іншомовні професійні, наукові та навчальні публікації з відповідної тематики. Виконувати наукові дослідження з прикладної фізики та наноматеріалознавства, аналізувати результати власних досліджень і презентувати їх результати в наукових публікаціях.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
A	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
B	Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$

C	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
D	Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
E	Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
FX	Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
F	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: тестове опитування під час лекцій за допомогою сервісу GoogleForms (ТЛ), оцінювання виконаних практичних робіт (ОВПР), оцінювання виконаних творчих завдань (ОВТЗ)
------	--

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Звіт за результатами виконання практичних робіт
МСО2	Експрес-тести на лекціях
МСО3	Творчі завдання
МСО4	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)

Контрольні заходи:

4 семестр		100 балів
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		30
	10x3	30
МСО2. Експрес-тести на лекціях		15
	15x1	15
МСО3. Творчі завдання		15
	3x5	15
МСО4. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		40
	2x20	40

Контрольні заходи в особливому випадку:

Іспит

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Бібліотечні фонди
-----	-------------------

ЗН2	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН3	Прилади (вимірювальні, мобільні міні-лабораторії тощо)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Pazukha, I. M., Protsenko I.Yu. Theoretical methods of investigation of thin film materials properties : study guide. – Sumy : Sumy State University, 2017. – 102 p.
2	Проценко І.Ю., Чорноус А.М., Проценко С.І. Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів. Електронне видання / За ред. І.Ю. Проценка. – Суми: Вид-во СумДУ, 2020. – 270с.
3	Проценко І.Ю., Однорець Л.В. Техноло-гія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки (практикуми): навчальний посібник . – Суми: Сумський держа-вний університет, 2020. – 231 с.
Допоміжна література	
1	Однорець Л.В., Проценко І.Ю., Чорноус А.М. електрофізичні та магніторезистивні властивості плівкових матеріалів в умовах фазоутворення: монографія / за загальною редакцією проф. Проценка І.Ю. – Суми: СумДУ, 2011. – 204 с.
2	Данильченко С. М., . Кузнецов В.М., Проценко І.Ю. Рентгенодифракційні методи дослідження кристалічних матеріалів: навчальний посібник. – Суми: Сумський державний університет, 2019. –135 с.