

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Теоретичні методи дослідження властивостей плівкових 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, Шумакова Наталія Іванівна
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 1-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Магістр (ОПП) Обсяг становить 5 кредитів ЄКТС, з яких 48 годин становить контактна робота з викладачем (24 годин лекцій, 8 годин практичних занять, 16 годин лабораторних занять), 102 годин становить самостійна робота
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
Передумови для вивчення дисципліни	Accounting: Professional Terminology in English
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

Модуль 1. Термодинамічні розмірні ефекти

Тема 1 Поліморфні переходи і плавлення зразків малих розмірів 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. Залежність параметра решітки від радіуса наночастинки або ефективної товщини (теорія і експеримент). Вакансійний розмірний ефект. Залежність температури плавлення від радіуса наночастинки або ефективної товщини
Модуль 2. Розмірні ефекти в електрофізичних властивостях
Тема 2 Класичні моделі Фукса і Маядаса-Шатцкеса Класична теорія Фукса (врахування поверхневого розсіювання електронів). Методика ро-зрахунків параметрів електроперенесення в рамках моделі Фукса. Класична теорія Маядаса-Шатцкеса (МШ) (врахування поверхневого і зерномежового ро-зсіювання електронів). Методика розрахунків параметрів електроперенесення в рамках моделі МШ.
Тема 3 Теоретичні моделі Тельє, Тоссе та Пішар 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.
Модуль 3. . Розмірні ефекти в тензочутливості
Тема 4 Класичні та мікроскопічна теорії тензоефекту Макроскопічна модель для ТКО багат шарових плівок. Загальна характеристика тензорезистивного ефекту в одно- і багат шарових плівках. Модель ефективної СДВП і лінерізована модель. Напівкласична модель тензоефекту в дво шарових плівках, її недоліки. Макроскопічна модель тензоефекту в багат шарових

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.

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.
Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР1	РН1
ПР2	РН2

ПР3	РН3
ПР4	РН4

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Поліморфні переходи і плавлення зразків малих розмірів	
Лк1 "Зміна умов фазової рівноваги в нанорозмірних та нанокристалічних плівкових матеріалів." (денна)	Отримання співвідношення для критичної товщини та радіуса наночастини при фазовому переході. Роль міжзеренної поверхневої енергії у загальному енергетичному балансі.
Лк2 "Залежність параметра решітки від радіуса наночастинки або ефективної товщини (теорія і експеримент)." (денна)	Залежність параметра решітки від радіуса наночастинки або ефективної товщини (теорія і експеримент). Вакансійний розмірний ефект. Залежність температури плавлення від радіуса наночастинки або ефективної товщини
Пр1 "Залежність параметра решітки від радіуса наночастинки або ефективної товщини" (денна)" (денна)	Розв'язування задач з теми: Залежність параметра решітки від радіуса наночастинки або ефективної товщини
Тема 2. Класичні моделі Фукса і Маядаса-Шатцкеса	
Лк3 "Класична теорія Фукса (врахування поверхневого розсіювання електронів)." (денна)	Класична теорія Фукса (врахування поверхневого розсіювання електронів). Методика ро-зрахунків параметрів електроперенесення в рамках моделі Фукса.
Лк4 "Класична теорія Маядаса-Шатцкеса (МШ) (врахування поверхневого і зерномежового розсіювання електронів)." (денна)	Класична теорія Маядаса-Шатцкеса (МШ) (врахування поверхневого і зерномежового ро-зсіювання електронів). Методика розрахунків параметрів електроперенесення в рамках моделі МШ.
Пр2 "Класична теорія Фукса (врахування поверхневого розсіювання електронів)." (денна)	Розв'язування задач з теми: Класична теорія Фукса (врахування поверхневого розсіювання електронів)
Лб1 "Розмірний ефект в електропровідності тонких металевих плівок" (денна)	Отримати залежність опору і питомого опору від товщини для плівок срібла у високому вакуумі.
Лб2 "Розмірний ефект в електропровідності тонких металевих плівок" (денна)	В рамках першого наближення моделей Фукса розрахувати параметри електроперенесення у плівці

Лб3 "Дослідження температурної залежності опору тонкого плівкового резистора та розрахунок температурної залежності термічного коефіцієнту опору." (денна) Отримання у високому вакуумі резистора у вигляді тонкої плівки срібла або золота різної товщини.
Лб4 "Дослідження температурної залежності опору тонкого плівкового резистора та розрахунок температурної залежності термічного коефіцієнту опору." (денна) Отримати температурну залежність опору резистора на основі тонкої плівки та розрахувати температурну залежність термічного коефіцієнту опору.
Тема 3. Теоретичні моделі Тельє, Тоссе та Пішар
Лк5 "Класичні теорії Тельє-Тоссе-Пішар" (денна) Класичні теорії Тельє-Тоссе-Пішар (врахування поверхневого і зерномежового розсіювання та зерномежової інжекції електронів): модель ефективної СДВП;
Лк6 "Лінерізована модель та модель ізотропного розсіювання електронів." (денна) Лінерізована модель та модель ізотропного розсіювання електронів.
Лк7 "Уявлення про тривимірну модель." (денна) Уявлення про тривимірну модель.
Лк8 "Методики розрахунків параметрів електроперенесення в рамках вказаних моделей. Узагальнюючі висновки стосовно ефективності моделей." (денна) Методики розрахунків параметрів електроперенесення в рамках вказаних моделей. Узагальнюючі висновки стосовно ефективності моделей.
Лк9 "Макроскопічна модель для ТКО багат шарових плівок." (денна) Макроскопічна модель для ТКО багат шарових плівок.
Пр3 "Класичні теорії Тельє-Тоссе-Пішар" (денна) Розв'язування задач з теми: Класичні теорії Тельє-Тоссе-Пішар
Лб5 "Визначення коефіцієнта зерномежового розсіювання електронів у тонкоплівковому резисторі" (денна) Отримати у високому вакуумі розмірну залежність термічного коефіцієнту опору для тонкоплівкового резистора.
Лб6 "Визначення коефіцієнта зерномежового розсіювання електронів у тонкоплівковому резисторі" (денна) В рамках лінеаризованого співвідношення ТТП розрахувати коефіцієнт розсіювання електронів на межах кристалітів резистора. Використовуючи модель ізотропного розсіювання електронів ТТП розрахувати величину коефіцієнта проходження межі кристалітів електроном.
Тема 4. Класичні та мікроскопічна теорії тензоефекту

Лк10 "Загальна характеристика тензорезистивного ефекту в одно- і багатошарових плівках" (денна) Загальна характеристика тензорезистивного ефекту в одно- і багатошарових плівках
Лк11 "Модель ефективної СДВП і лінерізована модель." (денна) Модель ефективної СДВП і лінерізована модель.
Лк12 "Модель ефективної СДВП і лінерізована модель." (денна) Модель ефективної СДВП і лінерізована модель.
Пр4 "Модель ефективної СДВП і лінерізована модель" (денна) Розв'язування задач з теми: Модель ефективної СДВП і лінерізована модель.
Лб7 "Визначення коефіцієнта тензочутливості чутливого плівкового елемента тензодатчика" (денна) Формування у високому вакуумі чутливого плівкового (мідь, срібло або золото) елемента (товщина 60-100 нм) на еластичній підкладці
Лб8 "Визначення коефіцієнта тензочутливості чутливого плівкового елемента тензодатчика" (денна) Отримання у вакуумі деформаційних залежностей, розрахунок на їх основі коефіцієнтів тензочутливості.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Індивідуальна робота над підготовкою доповідей з використанням мультимедійної презентації за темами семінарів відповідно до варіантів.
НД2	Ввиконання віртуальних лабораторних робіт
НД3	Виконання групового практичного завдання
НД4	Підготовка до лекцій

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
МН4	Пошукова лабораторна робота

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	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань
МФО2	Експрес-тестування
МФО3	Розв'язування ситуаційних завдань
МФО4	Перевірка та оцінювання письмових завдань

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Звіт за результатами виконання практичних робіт
МСО2	Звіт за результатами виконання лабораторних робіт
МСО3	Творчі завдання
МСО4	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:

4 семестр		100 балів
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		30
	10x3	30

МСО2. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		15
	15х1	15
МСО3. Творчі завдання		15
	3х5	15
МСО4. Підсумковий контроль: екзамен		40
	2х20	40

Контрольні заходи в особливому випадку:

1 семестр		40 балів
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		40
	2х20	40

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.