

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Спеціальний фізичний практикум
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	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 7-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Бакалавр Обсяг становить 5 кредитів ЄКТС, з яких 48 годин становить контактна робота з викладачем (48 лаборатор. занять), 102 годин становить самостійна робота
Мова викладання	Українська

Редагувати Співавтори

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Середня освіта (Фізика)"
Передумови для вивчення дисципліни	Accounting: Professional Terminologi in English
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

Редагувати

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів експериментальних навичок в галузі електронної мікроскопії, дифракційних методів аналізу кристалічної структури та мас-спектрометричного аналізу залишкової у вакуумній камері атмосфери.

Редагувати

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістові модулі

- 1 Методи аналізу кристалічної структури
- 2 Електрофізичні властивості плівкових матеріалів

Теми навчальної дисципліни

Модуль 1. Методи аналізу кристалічної структури.

Аналіз дефектності плівкових матеріалів електроніки. *Загальна характеристика методів електронної мікроскопії як інформаційних методів про кристалічну структуру, дефектність і шорсткість поверхні плівкових матеріалів. Електронографічний та рентгенографічний методи аналізу кристалічної структури. Основи мас-спектрометрії.*

Модуль 2. Електрофізичні властивості плівкових матеріалів

2 Розмірні ефекти в електропровідності тонких плівок (питомий опір, термічний коефіцієнт опору, тензочутливість) та розрахунок основних параметрів електроперенесення.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1 Застосовувати отримані знання при виконанні лабораторного практикуму та виконанні кваліфікаційних робіт

РН2 Виявляти теоретичні знання та практичні навички стосовно методів дослідження фазового та елементного складу плівкових матеріалів електроніки

РН3 Демонструвати навички ефективної взаємодії з іншими студентами при фронтальному чи бригадному методі виконання лабораторних робіт

РН4 Виявляти здатність до самостійного проведення навчальних експериментальних досліджень за допомогою електронно-променевих та спектральних приладів

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 014 Середня освіта. Фізика

ПР1 РН1

ПР2 РН2

ПР3 РН3

ПР4 РН4

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Аналіз дефектності плівкових матеріалів електроніки. *Загальна характеристика методів електронної мікроскопії як інформаційних методів про кристалічну структуру, дефектність і шорсткість поверхні плівкових матеріалів. Електронографічний та рентгенографічний методи аналізу кристалічної структури. Основи мас-спектрометрії.*

ЛБ1 "Будова і принцип роботи просвічуючого електронного мікроскопа та його калібрування"

Вивчення будови та принципа роботи ПЕМ з використанням відповідного макета

ЛБ2 "Будова і принцип роботи просвічуючого електронного мікроскопа та його калібрування"

Отримання мікрознімків кристалічної структури тонких металевих плівок

ЛБ3 "Будова і принцип роботи просвічуючого електронного мікроскопа та його калібрування"

Інтерпретація мікрознімків від кристалічної структури тонких металевих плівок

ЛБ4 Електроннографічне дослідження кристалічної структури тонких металевих плівок

Фізичні принципи функціонування електроннографа, система рівнянь, які лежать в основі електроннографії

ЛБ5 Електроннографічне дослідження кристалічної структури тонких металевих плівок

Отримання електроннограм від плівок з кубічною та гексагональною сингоніями

ЛБ6 Електроннографічне дослідження кристалічної структури тонких металевих плівок

Фазовий аналіз тонких плівок методом електроннографії

ЛБ7 Рентгенографічний метод дослідження структури кристалів"

Вивчення будови рентгенівського дифрактометра і принципу його роботи

ЛБ8 "Рентгенографічний метод дослідження структури кристалів".

Отримання рентгенівської дифракційної картини від кристалу (кубічна сингонія).

ЛБ9 "Рентгенографічний метод дослідження структури кристалів".

Інтерпретація рентгенівської дифракційної картини від кристалу (гексагональна сингонія).

ЛБ10 Мас-спектрометричне дослідження складу залишкових газів"

Вивчення будови і принципу роботи мас-спектрометра типу газового аналізатора

ЛБ11 Мас-спектрометричне дослідження складу залишкових газів"

Отримання мас-спектра залишкових газів у вакуумній установці

ЛБ12 Мас-спектрометричне дослідження складу залишкових газів"

Інтерпретація мас-спектра залишкових газів у вакуумній установці

Тема 2. Розмірні ефекти в електропровідності тонких плівок (питомий опір, термічний коефіцієнт опору, тензочутливість) та розрахунок основних параметрів електроперенесення.

Лк13. Розмірний ефект в електропровідності тонких металевих плівок

Вивчення будови і принципа роботи вакуумної установки ВУП -5М

Лк14 Розмірний ефект в електропровідності тонких металевих плівок

Отримання розмірної залежності питомого опору для плівок міді або срібла.

Пр15 Розмірний ефект в електропровідності тонких металевих плівок.

Обробка отриманих експериментальних залежностей в рамках моделі Фукса

Пр16 Температурна залежність електричного опору тонкої металевої плівки

Освоєння методики вимірювання температурної залежності металевої плівки

ЛБ17 Температурна залежність електричного опору тонкої металевої плівки

Отримання експериментальних температурних залежностей опору для плівок міді і срібла

- ЛБ18 Температурна залежність електричного опору тонкої металевої плівки
Розрахунок температурної залежності термічного коефіцієнту опору тонкої металевої плівки.
- ЛБ19 Визначення коефіцієнта зерномежового розсіювання електронів у тонких плівках
Отримання серії плівкових зразків металів різної товщини із однаковим середнім розміром кристалітів
- ЛБ 20 Визначення коефіцієнта зерномежового розсіювання електронів у тонких плівках
Отримання експериментальної залежності термічного коефіцієнту опору від товщини плівок із однаковим середнім розміром кристалітів
- ЛБ 21 Визначення коефіцієнта зерномежового розсіювання електронів у тонких плівках
На основі лінеаризованого співвідношення та моделі ізотропного розсіювання електронів розрахувати коефіцієнт розсіювання електронів на межі кристалітів та коефіцієнт проходження межі електроном межі кристалітів
- ЛБ 22 Визначення коефіцієнта тензочутливості тонких металевих плівок
Ознайомлення з принципом роботи автоматичного комплексу для вимірювання тензорезистивних властивостей тонких плівок
- ЛБ 23 Визначення коефіцієнта тензочутливості тонких металевих плівок
Отримання деформаційних залежностей тензорезистивного ефекту
- ЛБ 24 Визначення коефіцієнта тензочутливості тонких металевих плівок
На основі деформаційних залежностей провести розрахунок коефіцієнта поздовжньої тензочутливості

7.2 Види навчальної діяльності

- НД1 Індивідуальна робота над підготовкою доповідей з використанням мультимедійної презентації.
- НД2 Ввиконання віртуальних лабораторних робіт
- НД3 Виконання групового завдання
- НД4 Підготовка до лабораторних робіт

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

- МН1 Підготовка до лабораторного заняття із використанням мультимедійних засобів навчання
- МН2 Експериментальні лабораторні заняття
- МН3 Самостійна робота з вивчення електронних матеріалів з можливістю консультацій очних та онлайн
- МН4 Пошукова лабораторна робота





Презентувати і обговорювати результати своєї навчальної діяльності державною та іноземними мовами в усній і письмовій формах, розуміти іншомовні професійні, наукові та навчальні публікації з відповідної тематики. Виконувати наукові дослідження в галузі наноматеріалознавства, аналізувати результати власних досліджень при виконанні бакалаврської роботи.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

5 (відмінно), A <i>Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок</i>	90 ≤ RD ≤ 100
4 (добре), B <i>Вище середнього рівня з кількома помилками</i>	82 ≤ RD < 89
4 (добре), C <i>Загалом правильна робота з певною кількістю помилок</i>	74 ≤ RD < 81
3 (задовільно), D <i>Непогано, але зі значною кількістю недоліків</i>	64 ≤ RD < 73
3 (задовільно), E <i>Виконання задовольняє мінімальні критерії</i>	60 ≤ RD < 63
2 (незадовільно), FX <i>Можливе повторне складання</i>	35 ≤ RD < 59
2 (незадовільно), F <i>Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни</i>	0 ≤ 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:

7 семестр	100 балів		
МСО1. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт 10x3	30	30	≡ [
МСО2. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт 15x1	15	15	≡ [
МСО3. Творчі завдання 3x5	15	15	≡ [
МСО4. Підсумковий контроль: залік 2x20	40	40	≡ [

Контрольні заходи в особливому випадку:

7 семестр	40 балів		
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт 2x20	40	40	≡ [

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 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.

² Локальні методи досліджень [Електронний ре-сурс]: підручник для студентів / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. В.В. Загородній. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 323 с.

³ Проценко І.Ю., Однорорець Л.В. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки (практикуми): навчальний посібник . – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 231 с.

Допоміжна література

- 1 Однодворець Л.В., Проценко І.Ю., Черноус А.М. Електрофізичні та магніторезистивні властивості плівкових матеріалів в умовах фазоутворення: монографія / за загальною редакцією проф. Проценка ІЮ. – 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.

