

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів електроніки
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
<b>Розробник(и)</b>	Проценко Іван Юхимович, Шумакова Наталія Іванівна
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 8-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Бакалавр 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
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Accounting: Professional Terminologi in English
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок стосовно вивчення фазового і елементного складу матеріалів електроніки у вигляді плівок різної архітектури: одно- і багатошарові плівки; мультишари; гранульовані сплави; високоентропійні сплави; знайомство студентів із сучасними методами і методи-ками дослідження кристалічної структури та елементного складу

## 4. Зміст навчальної дисципліни

<b>Модуль 1. . Електронно-мікроскопічні інформаційні методи аналізу фазового складу плівкових матеріалів</b>
--

<p>Тема 1 Аналіз дефектності плівкових матеріалів електроніки</p> <p>Загальна характеристика методів електронної мікроскопії як інформаційних методів про кристалічну структуру, дефектність і шорсткість поверхні плівкових матеріалів. Загально-прийняті стандарти. Уявлення про мікроскопічні контрасти в ПЕМі РЕМ. Методика досліджень дефектності плівкових матеріалів (дефекти пакування – ДП, двійники – ДВ, дислокації – Д) та шорстко-сті поверхні методами ПЕМ і РЕМ. Інтерпретація отриманих результатів, можливість про-блеми і затруднення. Зарубіжний досвід у дослідженнях дефектності кристалічної будови плівкових матеріалів. Досягнення ПЕМ і РЕМ</p>
<p><b>Модуль 2. Дифракційні методи дослідження фазового складу та кристалічної структури</b></p>
<p>Тема 2 Методи електроннографії та рентгенографії аналізу кристалічної структури</p> <p>Фізичні принципи функціонування електроннограма, система рівнянь, які лежать в основі електроннографії. Інформативний характер інформації, отриманої методом дифракції електронів. Фізичні основи рентгенографії. Зарубіжний досвід проведення досліджень методом електроннографії та рентгенографії.</p>
<p><b>Модуль 3. . Спектральні інформаційні методи дослідження елементного складу матеріалів елек-троніки</b></p>
<p>Тема 3 Якісний і кількісний мікроаналіз елементного складу</p> <p>Загальна характеристика спектральних приладів і методів дослідження елементного скла-ду. Особливості і проблеми високоточного аналізу елементного складу плівкових матеріалів. Тенденція розвитку і розширення можливостей спектральних методів аналізу. Теоретичні основи якісного і кількісного аналізу. Типи аналізаторів, принцип їх роботи, інформація про елементний склад, методи її обробки та інтерпретації. Інформаційний характер методів. Перехід до кількісних величин: загальна характеристика методу кількіс-ного аналізу. Особливості аналізу різних типів зразків: тонкі плівки , тонкі фольги, малі частинки. Застосування різновидів методу трьох поправок. Елементний аналіз тонких плівок на підкладці, тонких фольг, малих частинок, дисперсних порошоків. Зарубіжний та вітчизняний досвід мікроаналізу. Можливі альтернативні методики: вторинно-іонна мас-спектрометрія</p>
<p>Тема 4 Методика оже-спектроскопії в аналізі елементного складу поверхонь і тонких плівок.</p> <p>Фізичні основи оже-електронної спектроскопії (ОЕС). Будова і принцип функціонування оже-аналізаторів. Інформаційний характер результатів досліджень методом ОЕС. Перехід до результатів кількісного характеру. Проблема еталонів. Методики кількісного аналізу елементного складу плівок методом ОЕС</p>

## 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

PH3	Демонструвати навички ефективної взаємодії з іншими студентами при фронтальному чи бригадному методі виконання лабораторних робіт
PH4	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 171 Електроніка:

PP12	Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах
PP14	Досліджувати процеси у електронних компонентах, пристроях і системах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, методів комп'ютерного моделювання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів та розрахунків

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Аналіз дефектності плівкових матеріалів електроніки</b>	
Лк1 "Особливості інформації про фазовий склад, отриманої методом ПЕМ, РЕМ та АСМ" (денна)	Загальна характеристика методів електронної мікроскопії як інформаційних методів про кристалічну структуру, дефектність і шорсткість поверхні плівкових матеріалів. Загально-прийняті стандарти.
Лк2 "Уявлення про мікроскопічні контрасти в ПЕМ і РЕМ" (денна)	Уявлення про мікроскопічні контрасти в ПЕМ і РЕМ: тінювий, дифракційний, амплітудно-фазовий контрасти ПЕМ та топографічний і контраст хімічного складу РЕМа.
Лк3 "Методика досліджень дефектності плівкових матеріалів." (денна)	Методика досліджень дефектності плівкових матеріалів (дефекти пакування – ДП, двійники – ДВ) методом ПЕМ.
Лк4 "Методика дослідження дефектності плівкових матеріалів" (денна)	Методика досліджень дефектності плівкових матеріалів ( дислокації – Д, спіралі росту, контраст на мікронапруженнях) та шорсткості поверхні методами ПЕМ і РЕМ.
Лк5 "Загальні проблеми методів ПЕМ та РЕМ. Досягнення ПЕМ та РЕМ." (денна)	Інтерпретація отриманих результатів, можливість проблеми і затруднення. Зарубіжний досвід у дослідженнях дефектності кристалічної будови плівкових матеріалів. Досягнення ПЕМ та РЕМ

<p>Пр1 "Методика досліджень дефектності плівкових матеріалів електроніки" (денна)</p> <p>Практичне заняття у формі семінару: аналіз дефектності плівкових матеріалів електроніки; уявлення про мікроскопічні контрасти в ПЕМ та РЕМ; методика досліджень дефектності плівкових матеріалів та шорсткості поверхні методами ПЕМ і РЕМ; інтерпретація отриманих результатів, можливість проблеми і затруднення.</p>
<p>Лб1 "Будова і принцип роботи просвічуючого електронного мікроскопа та його калібрування" (денна)</p> <p>Вивчення будови та принципу роботи ПЕМ з використанням відповідного макета</p>
<p>Лб2 "Будова і принцип роботи просвічуючого електронного мікроскопа та його калібрування" (денна)</p> <p>Отримання інформації стосовно кристалічної структури тонких металевих плівок</p>
<p><b>Тема 2. Методи електроннографії та рентгенографії аналізу кристалічної структури</b></p>
<p>Лк6 "Фізичні основи електроннографії" (денна)</p> <p>Фізичні принципи функціонування електроннографа, система рівнянь, які лежать в основі електроннографії.</p>
<p>Лк7 "Загальна характеристика методів дифракції електронів та рентгенівських променів" (денна)</p> <p>Інформативний характер інформації, отриманої методом дифракції електронів. Фізичні основи рентгенографії. Зарубіжний досвід проведення досліджень методом електроннографії та рентгенографії.</p>
<p>Пр2 "Фізичні основи електроннографії як електронного інформаційного методу" (денна)</p> <p>Розв'язування задач з теми: Електронно-дифракційний метод дослідження фазового складу та кристалічної структури.</p>
<p>Пр3 "Фізичні основи рентгенографії як інформаційного методу" (денна)</p> <p>З'язування задач на тему: Фізичні основи рентгенографії як інформаційного методу</p>
<p>Лб3 "Фазовий аналіз тонких плівок методом електроннографії" (денна)</p> <p>Фазовий аналіз тонких плівок методом електроннографії (кубічна сингонія)</p>
<p>Лб4 "Фазовий аналіз тонких плівок методом електроннографії" (денна)</p> <p>Фазовий аналіз тонких плівок методом електроннографії (гексагональна сингонія).</p>
<p>Лб5 "Рентгенографічний метод дослідження структури кристалів" (денна)</p> <p>Вивчення будови рентгенівського дифрактометра і принципу його роботи</p>
<p>Лб6 "Рентгенографічний метод дослідження структури кристалів" (денна)</p> <p>Отримання рентгенівської дифракційної картини від кристалу та її інтерпретація</p>
<p><b>Тема 3. Якісний і кількісний мікроаналіз елементного складу</b></p>

<p>Лк8 "Теоретичні основи якісного і кількісного мікроаналізу хімічного складу." (денна)</p> <p>Загальна характеристика спектральних приладів і методів дослідження елементного складу. Особливості і проблеми високоточного аналізу елементного складу плівкових матеріалів. Тенденція розвитку і розширення можливостей спектральних методів аналізу. Теоретичні основи якісного і кількісного мікроаналізу.</p>
<p>Лк9 "Кількісний мікроаналіз елементного складу" (денна)</p> <p>Типи аналізаторів, принцип їх роботи, інформація про елементний склад, методи її обробки та інтерпретації. Інформаційний характер методів. Перехід до кількісних величин: загальна характеристика методу кількісного аналізу.</p>
<p>Лк10 "Метод трьох поправок Р. Кастена" (денна)</p> <p>Особливості аналізу різних типів зразків: тонкі плівки , тонкі фольги, малі частинки. Застосування різновидів методу трьох поправок. Елементний аналіз тонких плівок на підкладці, тонких фольг, малих частинок, дисперсних порошків. Зарубіжний та вітчизняний досвід мікроаналізу. Можливі альтернативні методики: метод вторинно-іонної мас-спектрометрії (ВІМС).</p>
<p>Лб7 "Мас-спектрометричне дослідження складу залишкових газів" (денна)</p> <p>Вивчення будови і принципу роботи мас-спектрометра типу газового аналізатора</p>
<p>Лб8 "Мас-спектрометричне дослідження складу залишкових газів" (денна)</p> <p>Отримання мас-спектра залишкових газів та його інтерпретація</p>
<p><b>Тема 4. Методика оже-спектроскопії в аналізі елементного складу поверхонь і тонких плівок.</b></p>
<p>Лк11 "Фізичні основи оже-електронної спектроскопії." (денна)</p> <p>Фізичні основи оже-електронної спектроскопії (ОЕС). Будова і принцип функціонування оже-аналізаторів. Інформаційний характер результатів досліджень методом ОЕС.</p>
<p>Лк12 "Методики кількісного аналізу елементного складу плівок методом ОЕС" (денна)</p> <p>Перехід до результатів кількісного характеру. Проблема еталонів. Методики кількісного аналізу елементного складу плівок методом ОЕС.</p>
<p>Пр4 "Фізичні основи оже-електронної спектроскопії та вторинно-іонної мас-спектрометрії" (денна)</p> <p>Розв'язування задач з теми: Фізичні основи оже-електронної спектроскопії (ОЖЕ) та вторинно-іонної мас-спектрометрії (ВІМС).</p>

## 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 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

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
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:

<b>4 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		<b>30</b>
	10x3	30
МСО2. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		<b>15</b>
	15x1	15
МСО3. Творчі завдання		<b>15</b>
	3x5	15
МСО4. Підсумковий контроль: екзамен		<b>40</b>
	2x20	40

Контрольні заходи в особливому випадку:

<b>1 семестр</b>		<b>40 балів</b>
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		<b>40</b>
	2x20	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

<b>Основна література</b>	
1	Проценко І.Ю., Черноус 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., Однодворець Л.В. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки (практикуми): навчальний посібник . – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 231 с.
<b>Допоміжна література</b>	
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 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.