

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Електронна мікроскопія нанорозмірних об'єктів
<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>	Шпетний Ігор Олександрович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Тривалість вивчення навчальної дисципліни</b>	один семестр
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 32 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 16 год. практичних занять), 118 год. становить самостійна робота.
<b>Мова викладання</b>	Українська

### 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів
<b>Додаткові умови</b>	відсутні
<b>Обмеження</b>	відсутні

### 3. Мета навчальної дисципліни

формування у здобувачів загальних та спеціальних (фахових) компетентностей, достатніх для продукування нових ідей та направлених на розв'язання комплексних проблем при дослідженні наноматеріалів методами електронної мікроскопії.

### 4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Основні поняття електронної мікроскопії.</p> <p>Основні поняття та визначення про електронну мікроскопію. Види електронних мікроскопів. Сфери застосування електронних мікроскопів. Переваги та недоліки кожного типу мікроскопів.</p>
<p>Тема 2 Взаємодія пучка електронів з поверхнею твердих тіл.</p> <p>Фізичні основи взаємодії пучка електронів з поверхнею твердого тіла. Пружні та непружні процеси взаємодії пучка електронів з поверхнею твердого тіла.</p>
<p>Тема 3 Просвітлювальна електронна мікроскопія.</p> <p>Історія створення просвічуючого електронного мікроскопу. Конструкція та принцип роботи просвічуючого електронного мікроскопу. Режими роботи ПЕМ. Підготовка проб для аналізу.</p>
<p>Тема 4 Растрова електронна мікроскопія.</p> <p>Історія розвитку методу растрової мікроскопії. Процеси взаємодії пучка електронів з твердим тілом. Пружні та непружні процеси. Конструкція растрового електронного мікроскопу. Методики препарування зразків для досліджень методом растрової електронної мікроскопії. Об'єкти дослідження та можливості методу.</p>
<p>Тема 5 Польова іонна мікроскопія.</p> <p>Польова емісія. Польова іонна мікроскопія. Польова іонна мас-спектрометрія.</p>
<p>Тема 6 Сканувальна тунельна мікроскопія.</p> <p>Фізичний принцип роботи сканувального тунельного мікроскопу. Конструкція приладів, принцип дії та режими роботи.</p>
<p>Тема 7 Атомно силова та магнітосилова мікроскопія.</p> <p>Фізичний принцип роботи атомно силового та магнітосилового мікроскопів. Конструкція приладів, принцип дії та режими роботи.</p>
<p>Тема 8 Перспективи розвитку методів електронної мікроскопії.</p> <p>Сучасний стан та перспективи розвитку методів електронної мікроскопії.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Розуміти фізичні основи методів електронної мікроскопії для вивчення нанорозмірних об'єктів.
PH2	Знати конструкцію та принцип роботи приладів електронної мікроскопії.
PH3	Самостійно інтерпретувати та аналізувати отримані результати.
PH4	Розуміти сфери застосування електронних мікроскопів.

## 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СН4	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні

## 8. Види навчальних занять

<b>Тема 1. Основні поняття електронної мікроскопії.</b>	
Лк1 "Загальні відомості про електронну мікроскопію. Історія появи та розвитку електронної мікроскопії.." (денна)	Основні поняття та визначення. Історична довідка. Історія розвитку електронної мікроскопії. Основні визначення про наноструктурні матеріали.
<b>Тема 2. Взаємодія пучка електронів з поверхнею твердих тіл.</b>	
Лк2 "Взаємодія пучка електронів з поверхнею твердих тіл. Пружні і непружні взаємодії пучка електронів з поверхнею твердих тіл." (денна)	Процеси взаємодії пучка електронів з твердим тілом. Пружні і непружні взаємодії пучка електронів з поверхнею твердих тіл.
Пр1 "Процеси взаємодії пучка електронів з поверхнею твердого тіла." (денна)	Розв'язування задач про пружну і непружну взаємодію пучка електронів з поверхнею твердого тіла.
<b>Тема 3. Просвітлювальна електронна мікроскопія.</b>	
Лк3 "Просвітлювальна електронна мікроскопія." (денна)	Історія створення просвічуючого електронного мікроскопу. Конструкція та принцип роботи просвічуючого електронного мікроскопу. Режим роботи ПЕМ. Підготовка проб для аналізу.
Пр2 "Дослідження структурного стану нанорозмірних об'єктів методом просвітлювальної електронної мікроскопії" (денна)	Розв'язання задачі: побудова гістограм розподілу розміру кристалів за зображенням наноструктури.
Пр3 "Препарування зразків для досліджень структурно-фазового стану наноматеріалів методом просвітлювальної електронної мікроскопії." (денна)	Підготовка проб для аналізу наноструктури та фазового складу плівкових матеріалів методом просвітлювальної електронної мікроскопії.
Пр4 "Електронографічне дослідження фазового складу тонких металевих плівок з кубічною ґраткою." (денна)	Розв'язування задачі: дослідження фазового складу тонких плівок, розрахунок міжплощинних відстаней і параметрів ґратки.
<b>Тема 4. Растрова електронна мікроскопія.</b>	

<p>Лк4 "Растрова електронна мікроскопія" (денна)</p> <p>Історія розвитку методу растрової мікроскопії. Конструкція та принцип роботи растрового електронного мікроскопу. Основні задачі методу при дослідженні нанорозмірних об'єктів. Методики препарування зразків для досліджень методом растрової електронної мікроскопії. Об'єкти дослідження та можливості методу.</p>
<p>Пр5 "Дослідження морфології поверхні та елементного складу нанорозмірних об'єктів методом растрової електронної мікроскопії" (денна)</p> <p>Проведення досліджень морфології поверхні та вивчення елементного складу зразків методом растрової електронної мікроскопії.</p>
<p><b>Тема 5. Польова іонна мікроскопія.</b></p>
<p>Лк5 "Польова іонна мікроскопія" (денна)</p> <p>Принцип роботи і конструкція приладів для методу польова іонна мікроскопія.</p>
<p>Пр6 "Польова іонна мікроскопія" (денна)</p> <p>Застосування польової іонної мікроскопії для дослідження нанорозмірних об'єктів.</p>
<p><b>Тема 6. Сканувальна тунельна мікроскопія.</b></p>
<p>Лк6 "Тунельна електронна мікроскопія" (денна)</p> <p>Конструкція, принцип дії та режими роботи тунельного електронного мікроскопа.</p>
<p><b>Тема 7. Атомно силова та магнітосилова мікроскопія.</b></p>
<p>Лк7 "Атомно силова та магнітосилова мікроскопія для дослідження нанорозмірних структур." (денна)</p> <p>Конструкція приладів, принцип роботи, режими роботи.</p>
<p>Пр7 "Застосування програми Nova для обробки зображення морфології поверхні методом атомносилової мікроскопії." (денна)</p> <p>Вивчення з допомогою програми Nova морфології поверхні та структурних характеристик нанорозмірних об'єктів.</p>
<p><b>Тема 8. Перспективи розвитку методів електронної мікроскопії.</b></p>
<p>Лк8 "Перспективи розвитку методів електронної мікроскопії." (денна)</p> <p>Аналіз перспектив розвитку методів електронної мікроскопії.</p>
<p>Пр8 "Пошуково-дослідницьке завдання" (денна)</p> <p>Презентація та захист пошуково-дослідного завдання.</p>

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Практикоорієнтоване навчання
МН3	Самостійне навчання

Лекції надають здобувачам матеріали з основ електронної мікроскопії; про сфери застосування електронних мікроскопів (РН1 - РН4). Лекції доповнюються практичними заняттями, які дають можливість закріпити теоретичні навички (РН1 - РН4). Самостійна робота включає в себе вивчення питань, що стосуються тем курсу, які потребують поглибленої проробки за рекомендованою літературою (РН1 - РН4).

Дисципліна дозволяє сформувати такі soft skills, необхідні для успішної професійної діяльності: опанування навичок самостійного розв'язання поставлених практичних завдань та здатність до роботи в команді.

## 9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка та презентація доповіді на семінарському занятті
НД2	Підготовка до практичного заняття
НД3	Підготовка до підсумкового контролю

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. 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 мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$21 \leq RD < 59$
Можливе одноразове повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 20$

### 10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок

МФО1 Настанови викладача в процесі виконання практичних робіт	Надати рекомендації що до підходів та методик, що мають бути застосовані при виконанні завдань на практичних заняттях згідно графіку навчального процесу	згідно графіку навчального процесу	google meet, MIX
МФО2 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами	Спрямована на аналіз засвоєння теоретичного матеріалу під час лекційних занять	згідно графіку навчального процесу	google meet, MIX
МФО3 Обговорення та самокорекція виконаної студентами роботи	Обговорення результатів виконання практичних робіт, аналіз допущених помилок, самокорекція	Під час проведення практичних робіт	google meet, MIX
МФО4 Діагностичне тестування	Аналіз засвоєння теоретичних знань під час лекційного заняття	Згідно графіку навчального процесу	google meet, MIX

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Звіт за результатами виконання практичних робіт	Оцінюється звіт за результатами виконання практичних робіт	Згідно графіку навчального процесу	MIX
МСО2 Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)	Оцінюється результат виконання пошуково-дослідного завдання.	Згідно графіку навчального процесу	google meet, MIX
МСО3 Підсумковий модульний контроль	Оцінюються знання отримані в процесі вивчення дисципліни. Проводиться у формі тестування.	Згідно графіку навчального процесу.	google meet, MIX

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Можливість перекладання з метою підвищення оцінки
<b>Перший семестр вивчення</b>		<b>100 балів</b>	
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		<b>35</b>	
	5x7	35	Ні
МСО2. Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)		<b>25</b>	
		25	Ні
МСО3. Підсумковий модульний контроль		<b>40</b>	
		40	Ні

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: виконання та звіт за результатами виконання практичних робіт до 40 балів; підготовка презентації до 20 балів; підготовка конспекту за лекційним матеріалом до 16 балів; проходження лекційних контролів – до 24 балів. 3. Умови ліквідації заборгованостей з поточної роботи: перекладання атестаційного контролю студентами, які отримали рейтинговий бал за модульний цикл, що відповідає незадовільній оцінці (менше 40%), проводиться не пізніше двох тижнів після атестаційного. Позитивні оцінки з модульного циклу в цілому та його складових не підвищуються. 4. Для студентів, що навчаються на індивідуальному графіку, бали розподіляються наступним чином: підготовка конспекту за лекційним матеріалом до 16 балів; підготовка та виступ з презентаціями: 3 презентацій по 20 балів = 60 балів; лекційний модульний контроль - до 24 балів.

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Бібліотечні фонди
ЗН3	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі

### 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Данильченко С.М., Кузнецов В.М., Проценко І.Ю. Рентгенодифракційні методи дослідження кристалічних матеріалів: навчальний посібник. - Суми: СумДУ, 2019. -135 с.
2	В.В. Загородній. Локальні методи досліджень: підручник. - Київ: КПІ, 2019. - 323 с.
<b>Допоміжна література</b>	

1	Проценко І.Ю., Черноус А.М., Проценко С.І. Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів – Суми: СумДУ, 2020. – 270 с.
2	О.П. Ткач. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні: навчальний посібник. – Суми: СумДУ, 2014. – 125 с.



## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Програма навчальної дисципліни	Усього годин	Навчальна робота, аудиторних годин				Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин					
			Усього, ауд. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Усього, год.	Самостійне опрацювання матеріалу	Підготовка до практичних занять	Підготовка до лабораторних робіт	Підготовка до контрольних заходів	Виконання самостійних позааудиторних завдань
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>денна форма навчання</b>												
1	Основні поняття електронної мікроскопії.	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
2	Взаємодія пучка електронів з поверхнею твердих тіл.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
3	Просвітлювальна електронна мікроскопія.	10	8	2	6	0	2	0.5	1.5	0	0	0
4	Растрова електронна мікроскопія.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
5	Польова іонна мікроскопія.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
6	Сканувальна тунельна мікроскопія.	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
7	Атомно силова та магнітосилова мікроскопія.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
8	Перспективи розвитку методів електронної мікроскопії.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
<b>Контрольні заходи</b>												
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
<b>Індивідуальні завдання</b>												
1	інші індивідуальні завдання	104	0	0	0	0	104	0	0	0	0	104
<i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>32</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>0</i>	<i>118</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>104</i>