

# І СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Емісійна електроніка: фізичні процеси і застосування
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)	Шпетний Ігор Олександрович
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 3-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 48 годин становить контактна робота з викладачем (24 год лекцій, 24 год. практичних занять)
Мова викладання	українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми 'Електронні інформаційні системи'
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідними для вивчення дисципліни є знання з дисциплін: загальна фізика, фізика твердого тіла, електронно-променеві прилади і пристрої, наноматеріали і нанотехнології в електроніці
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

надання майбутнім фахівцям теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для розуміння фізичних процесів, що відбуваються при емісії електронів і фотонів, формування у студентів знань, умінь і навичок, необхідних для успішного їх наукової та професійної підготовки відповідно до державних та європейських стандартів з урахуванням потреб суспільства.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Класифікація наноматеріалів та основні типи плівкових наноструктур. <i>Вступ. Класифікація наноматеріалів. Класифікації плівкових структур. Розмірні ефекти.</i>
Тема 2 Основні елементи зонної теорії твердих тіл <i>Електрони в металах та напівпровідниках.</i>
Тема 3 Твердотільна емісійна електроніка. Робота виходу електронів з твердого тіла. Основні види електронної емісії. <i>Термоелектронна емісія. Фотоелектронна емісія. Вторинна електронна емісія. Автоелектронна емісія. Вибухова електронна емісія. Емісія заряджених частинок із плазми. Емісійні явища при взаємодії іонів з поверхнею твердих тіл.</i>

Тема 4 Застосування наноструктур для виготовлення датчиків та елементів мікроелектроніки. <i>Датчики на основі острівцевих та гранульованих плівок. Емісійна електроніка на основі нано- та мікроструктурованих вуглецевих матеріалів.</i>
Тема 5 Методи електронної мікроскопії для дослідження наноматеріалів <i>Електронна мікроскопія. Дифракція повільних та швидких електронів під ковзним кутом.</i>
Тема 6 Електронна спектроскопія для дослідження електронної структури матеріалів. <i>Електронна оже-спектроскопія. Фізичні основи методу. Спектральна мікроскопія й мікроспектроскопія: нові можливості електронної мікроскопії та спектроскопії.</i>
Тема 7 Фізичні властивості наноматеріалів та наносистем. <i>Механічні, магнітні, електрофізичні, магнітотранспортні властивості наноматеріалів. Структурно-фазовий стан плівкових систем.</i>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Працювати на сучасному високотехнологічному обладнанні
PH2	Знати класифікацію наноматеріалів електроніки.
PH3	Розуміти фізичні процеси, що відбуваються при емісії електронів і фотонів
PH4	Знати сфери застосування емісійної електроніки
PH5	Виявляти здатність до самонавчання та професійного саморозвитку

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Класифікація наноматеріалів та основні типи плівкових наноструктур.</b>
Лк1 "Вступ. Класифікація наноматеріалів. Розмірні ефекти у наносистемах." (денна) <i>Вивчення класифікації наноматеріалів та плівкових структур. Основні поняття про розмірні ефекти у електронних, механічних, магнітних, електричних властивостях наноматеріалів.</i>
Пр1 "Розмірні ефекти у електронних, механічних, магнітних, електричних властивостях наноматеріалів." (денна) <i>Вивчення розмірних ефектів наноматеріалів.</i>
<b>Тема 2. Основні елементи зонної теорії твердих тіл</b>
Лк2 "Основні елементи зонної теорії твердих тіл." (денна) <i>Підхід до опису поведінки електронів у кристалі. Енергетичний спектр електронів у кристалі. Модель Кроніга-Пенні</i>
Пр2 "Основні елементи зонної теорії твердих тіл." (денна) <i>Вивчення основних елементів зонної теорії твердих тіл. Розв'язування задач.</i>
<b>Тема 3. Твердотільна емісійна електроніка. Робота виходу електронів з твердого тіла. Основні види електронної емісії.</b>
Лк3 "Термоелектронна емісія. Фотоелектронна емісія." (денна) <i>Вивчення фізичного змісту явищ термоелектронної та фотоелектронної емісії</i>
Лк4 "Вторинна електронна емісія. Автоелектронна емісія. Вибухова електронна емісія" (денна) <i>Вивчення фізичного змісту даних типів емісії.</i>
Лк5 "Емісія заряджених частинок із плазми. Емісійні явища при взаємодії іонів з поверхнею твердих тіл" (денна) <i>Вивчення фізичного змісту явищ емісії заряджених частинок із плазми.</i>

<p>Пр3 "Робота виходу електронів з твердого тіла." (денна)  <i>Розрахунок роботи виходу електронів з твердого тіла. Розв'язування практичних завдань.</i></p>
<p>Пр4 "Фізичні основи термоелектронної емісії. Фотоелектронна емісія." (денна)  <i>Вивчення фізичних основ термоелектронної та фотоелектронної емісії. Розв'язування практичних завдань. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p>Пр5 "Вторинна електронна емісія. Автоелектронна емісія." (денна)  <i>Розв'язування практичних завдань. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p>Пр6 "Вибухова електронна емісія" (денна)  <i>Розв'язування практичних завдань. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p>Пр7 "Емісія заряджених частинок із плазми." (денна)  <i>Вивчення фізичних основ даного типу емісії. Розв'язування практичних завдань. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p>Пр8 "Емісійні явища при взаємодії іонів з поверхнею твердих тіл." (денна)  <i>Розв'язування практичних завдань. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p><b>Тема 4. Застосування наноструктур для виготовлення датчиків та елементів мікроелектроніки.</b></p>
<p>Лк6 "Датчики й елементи мікроелектроніки на основі плівок та наноматеріалів." (денна)  <i>Вивчення принципу дії та сфер застосування датчиків й елементів мікроелектроніки на основі плівок та наноматеріалів. Особливості датчиків на основі острівцевих, гранульованих плівок та на основі нано- та мікроструктурованих вуглецевих матеріалів.</i></p>
<p>Пр8 "Датчики на основі острівцевих та гранульованих плівок." (денна)  <i>Розв'язування практичних завдань. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p>Пр10 "Емісійна електроніка на основі нано- та мікроструктурованих вуглецевих матеріалів." (денна)  <i>Розв'язування практичних завдань. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p><b>Тема 5. Методи електронної мікроскопії для дослідження наноматеріалів</b></p>
<p>Лк7 "Електронна мікроскопія." (денна)  <i>Вивчення принципів роботи просвічуючого електронного мікроскопу. Особливості формування зображення. Застосування методу просвічуючої електронної мікроскопії для дослідження структурно-фазового стану матеріалів.</i></p>
<p>Лк8 "Дифракція повільних та швидких електронів під ковзним кутом" (денна)  <i>Вивчення принципів дифракції повільних та швидких електронів під ковзним кутом.</i></p>
<p>Пр11 "Застосування методу просвічуючої електронної мікроскопії для дослідження структурно-фазового стану плівкових матеріалів електроніки." (денна)  <i>Розрахунок електронограм. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p><b>Тема 6. Електронна спектроскопія для дослідження електронної структури матеріалів.</b></p>
<p>Лк9 "Електронна оже-спектроскопія. Фізичні основи методу." (денна)  <i>Вивчення фізичних принципів оже-спектроскопії.</i></p>
<p>Лк10 "Спектромікроскопія й мікроспектроскопія: нові можливості електронної мікроскопії та спектроскопії." (денна)  <i>Вивчення нових можливостей спектромікроскопії й мікроспектроскопії</i></p>
<p>Пр12 "Застосування методу оже – спектроскопії для дослідження властивостей плівкових матеріалів." (денна)  <i>Розв'язування практичних завдань. Проведення презентації за темою заняття.</i></p>
<p><b>Тема 7. Фізичні властивості наноматеріалів та наносистем.</b></p>
<p>Лк11 "Механічні, магнітні властивості наноматеріалів." (денна)  <i>Вивчення особливостей механічних, магнітних властивостей наноматеріалів.</i></p>
<p>Лк12 "Електрофізичні та магнітотранспортні властивості наноматеріалів та наносистем. Структурно-фазовий стан плівкових систем." (денна)  <i>Особливості фізичних властивостей наноматеріалів та їх зв'язок з структурно-фазовим станом.</i></p>

НД1	Виконання практичних завдань
НД2	Підготовка та презентація доповіді
НД3	Підготовка мультимедійних презентацій

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні (онлайн) лекція
МН2	Практико-орієнтоване навчання
МН3	Евристичне навчання
МН4	Метод демонстрацій

Дисципліна передбачає навчання через: МН 1. Лекції-візуалізації із використанням змішаних методів навчання, відеопрезентацій, мультимедійних засобів навчання, ресурсів Google Meet, Zoom та ін. МН 2. Практичні заняття у вигляді семінарів з мультимедійними презентаціями студентів. МН 3. Розв'язування задач. МН 4. Самостійна робота з вивчення електронних матеріалів з можливістю консультацій очних та електронних.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

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

### 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань
МФО2	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами
МФО3	Проведення розрахунків

### 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Робота на лекційних заняттях
МСО2	Робота на практичних заняттях. Розв'язування задач.

МСО3	Підготовка презентації
МСО4	Складання комплексного письмового модульного контролю

Контрольні заходи:

<b>3-й семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Робота на лекційних заняттях		<b>12</b>
	12x1	12
МСО2. Робота на практичних заняттях. Розв'язування задач.		<b>48</b>
	12x4	48
МСО3. Підготовка презентації		<b>20</b>
		20
МСО4. Складання комплексного письмового модульного контролю		<b>20</b>
		20

Контрольні заходи в особливому випадку:

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Бібліотечні фонди
ЗН3	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи
ЗН4	Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, Інтернет-опитування, віртуальних лабораторій, віртуальних пацієнтів, для створення комп'ютерної графіки, моделювання тощо та ін.)

### 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	С.О. Непійко, О.П. Ткач. Фізичні властивості плівкових матеріалів електроніки: емісія електронів і фотонів: навчальний посібник (електронне видання) / – Суми : СумДУ, 2019. – 70 с.
2	Ю. М. Поплавко, О. В. Борисов, Ю. І. Якименко. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч. посіб. - К. : НТУУ «КПІ», 2012. - 300 с.
<b>Допоміжна література</b>	
3	Сучасні методи дослідження структури речовини. Спеціальний фізичний практикум: навч. Посібник / Лобода В.Б., Іваній В.С., Шкурдода Ю.О. та ін. – Суми: Університетська книга, 2010. – 259 с.
4	Д.І. Проскуровский. Эмиссионная электроника. – Томск, 2010. – 288 с.
5	О.П. Ткач. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні: навчальний посібник. – Суми: СумДУ, 2014. – 125 с.