

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	8 тижнів протягом 4-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, 32 години становить контактна робота з викладачем (16 годин лекцій, 16 годин лабораторних робіт), 118 годин становить самостійна робота
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 із загальної фізики і фізики твердого тіла, спрямовані на розуміння фізичних явищ, які відбуваються при перетворенні одного виду енергії в інший
Додаткові умови	відсутні
Обмеження	відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

надання майбутнім фахівцям теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для розуміння фізичних процесів, що відбуваються при емісії електронів, 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

<p>Тема 1 Загальні відомості про емісійну електроніку.</p> <p>Основні поняття та визначення. Види емісій електронів та іонів. Історія розвитку емісійної електроніки.</p>
<p>Тема 2 Основні елементи зонної теорії твердих тіл.</p> <p>Електрони в металах та напівпровідниках. Рівняння Шредінгера. Енергетичний спектр електронів в кристалі. Модель Кроніга – Пенні. Робота виходу електронів. Основні елементи зонної теорії твердих тіл.</p>
<p>Тема 3 Класифікація видів емісії електронів.</p> <p>Види емісії з попереднім збудженням. Види емісії без попереднього збудження. Комбіновані види емісії.</p>
<p>Тема 4 Термоелектронна емісія.</p> <p>Термоелектронна емісія з металів у вакуумі. Співвідношення Дешмана. Закон Річардсона.</p>
<p>Тема 5 Типи катодів для термоелектронної емісії.</p> <p>Типи термоелектронних катодів. Переваги і недоліки різних типів терموкатодів. Ефект Шотткі.</p>
<p>Тема 6 Фотоелектронна емісія.</p> <p>Явище зовнішнього фотоэффекту. Явище внутрішнього фотоэффекту. Фотоелектронний помножувач. Фотоелектронна емісія металів. Багатофотонна фотоemisія металів. Фотоелектронна емісія напівпровідників. Приклади ефективних фотокатодів. Застосування фотокатодів.</p>
<p>Тема 7 Вторинна електронна емісія</p> <p>Історія появи та розвитку методу вторинної електронної емісії. Процеси, що відбуваються в тілі при опроміненні первинними електронами. Вивчення розподілу вторинних електронів за енергіями.</p>
<p>Тема 8 Автоелектронна емісія як приклад емісії електронів без попереднього збудження. Комбіновані види емісії</p> <p>Особливості методу автоелектронної емісії. Автоемісійні катоди: переваги та недоліки, приклади застосування катодів. Вибухова електронна емісія.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Знати основні елементи зонної теорії твердих тіл
PH2	Розуміти фізичні основи різних видів емісії електронів: емісії з попереднім збудженням, без попереднього збудження та комбінованих типів емісії
PH3	Знати сфери застосування емісійної електроніки
PH4	Розуміти фізичні принципи функціонування обладнання, що використовують емісію частинок для дослідження фізичних властивостей твердого тіла

7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

8. Види навчальних занять

Тема 1. Загальні відомості про емісійну електроніку.
Лк1 "Загальні відомості про емісійну електроніку." (денна) Основні поняття та визначення. Види емісій електронів та іонів. Історія розвитку емісійної електроніки.
Лб1 "Вакуумні методи одержання тонкоплівкових матеріалів для емісійної електроніки" (денна) Термічне, електронно-променеве і магнетронне розпилення матеріалів. Вакуумна система.
Тема 2. Основні елементи зонної теорії твердих тіл.
Лк2 "Основні елементи зонної теорії твердих тіл." (денна) Електрони в металах та напівпровідниках. Рівняння Шредінгера. Енергетичний спектр електронів в кристалі. Модель Кроніга – Пенні. Робота виходу електронів. Основні елементи зонної теорії твердих тіл.
Тема 3. Класифікація видів емісії електронів.
Лк3 "Класифікація видів емісії електронів." (денна) Види емісії з попереднім збудженням. Види емісії без попереднього збудження. Комбіновані види емісії.
Тема 4. Термоелектронна емісія.
Лк4 "Термоелектронна емісія." (денна) Термоелектронна емісія з металів у вакуумі. Співвідношення Дешмана. Закон Річардсона.
Лб2 "Фізичні основи термічної емісії електронів у вакуумі." (денна) Вивчення фізичних основ термічної емісії електронів.
Тема 5. Типи катодів для термоелектронної емісії.
Лк5 "Типи катодів для термоелектронної емісії." (денна) Типи термоелектронних катодів. Переваги і недоліки різних типів терموкатодів. Ефект Шотткі.
Лб3 "Термічна емісія електронів у вакуумі." (денна) Вивчення переваг і недоліків різних типів терموкатодів. Фізичний зміст аномального ефекту Шотткі.
Тема 6. Фотоелектронна емісія.

<p>Лк6 "Фотоелектронна емісія" (денна)</p> <p>Явище зовнішнього фото ефекту. Явище внутрішнього фото ефекту. Фотоелектронний помножувач. Фотоелектронна емісія металів. Багатофотонна фото емісія металів. Фотоелектронна емісія напівпровідників. Приклади ефективних фотокатодів. Застосування фотокатодів.</p>
<p>Лб4 "Вивчення законів зовнішнього фото ефекту. Частина 1" (денна)</p> <p>Суть явища зовнішнього фото ефекту. Вольт амперна і світлова характеристики фото елемента. Інтегральна і спектральна чутливості фото елемента.</p>
<p>Лб5 "Вивчення законів зовнішнього фото ефекту. Частина 2." (денна)</p> <p>Суть явища зовнішнього фото ефекту. Вольт амперна і світлова характеристики фото елемента. Інтегральна і спектральна чутливості фото елемента.</p>
<p>Тема 7. Вторинна електронна емісія</p>
<p>Лк7 "Вторинна електронна емісія" (денна)</p> <p>Історія появи та розвитку методу вторинної електронної емісії. Процеси, що відбуваються в тілі при опроміненні первинними електронами. Вивчення розподілу вторинних електронів за енергіями.</p>
<p>Лб6 "Вторинна електронна емісія: фізичні принципи і застосування." (денна)</p> <p>Фізичні основи явища вторинної електронної емісії електронів. Залежність спектру вторинних електронів від енергії пучка.</p>
<p>Тема 8. Автоелектронна емісія як приклад емісії електронів без попереднього збудження. Комбіновані види емісії</p>
<p>Лк8 "Автоелектронна емісія як приклад емісії електронів без попереднього збудження. Комбіновані види емісії" (денна)</p> <p>Особливості методу автоелектронної емісії. Автоемісійні катоди: переваги та недоліки, приклади застосування катодів. Вибухова електронна емісія.</p>
<p>Лб7 "Вивчення фізичних основ автоелектронної емісії електронів." (денна)</p> <p>Фізичні принципи автоелектронної емісії. Автоемісійні катоди: переваги та недоліки.</p>
<p>Лб8 "Вибухова електронна емісія." (денна)</p> <p>Фізичні основи явища вибухової емісії електронів. Фактори, що впливають на вибухову електронну емісію.</p>

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекція-візуалізація із використанням мультимедійних засобів навчання
МН2	Лекція – прес-конференція

МН3	Метод ілюстрацій
МН4	Лабораторна робота
МН5	Самостійна робота з вивчення електронних матеріалів з можливістю консультацій очних та онлайн

В освітньому процесі використовуються сучасні інформаційні та комунікаційні технології. Для оперативних консультацій та занять в умовах не сприятливих епідеміологічних обставин, використовуються сервіс відео-зв'язку Google Meet.

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	Розроблення нотаток до лекцій
НД2	Підготовка та презентація доповіді
НД3	Підготовка до лабораторного заняття
НД4	Виконання та презентація результатів лабораторної роботи
НД5	Підготовка до поточного та 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)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок

МФО1 Настанови викладача в процесі виконання лабораторних робіт			
МФО2 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами			
МФО3 Обговорення та самокорекція виконаної студентами роботи			

10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Підготовка конспекту за матеріалами лекцій			
МСО2 Виконання лабораторних робіт			
МСО3 Оцінювання звітів з лабораторних робіт			
МСО4 Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)			
МСО5 Модульний лекційний контроль			

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
4 семестр		100 балів		
МСО1. Підготовка конспекту за матеріалами лекцій		16		
	8x2	16	Не передбачено	Ні
МСО2. Виконання лаборатних робіт		16		
	8x2	16	Не передбачено	Ні
МСО3. Оцінювання звітів з лаборатних робіт		24		
	8x3	24	Не передбачено	Ні
МСО4. Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)		20		
		20	Не передбачено	Ні
МСО5. Модульний лекційний контроль		24		
		24	Не передбачено	Ні

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: виконання та звіт за результатами виконання лабораторних 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: перескладання 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
ЗН4	Просвітлювальний електронний мікроскоп ПЕМ-125К, вакуумні універсальні пости ВУП-5М, газові мас-аналізатори МХ-7304.

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	С.О. Непийко, О.П. Ткач. Фізичні властивості плівкових матеріалів електроніки: емісія електронів і фотонів: навчальний посібник (електронне видання) / – Суми : СумДУ, 2019. – 70 с.
2	В.В. Загородній. Локальні методи досліджень: підручник. - Київ: КПІ, 2019. - 323 с.
Допоміжна література	
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.
3	Influence of composition on the structural-phase state, electrophysical and magnetotransport properties of alloy thin films based on Co and Cu / I.O. Shpetnyi, I.Yu. Protsenko, S.I. Vorobiov, V.I Grebinaha, L. Satrapinskyu, T. Lucinski // Vacuum. – 2021. – V. 187. – P. 110141-1 – 110141-9.