

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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)	Пазуха Ірина Михайлівна, Пилипенко Олександр Валерійович, Шпетний Ігор Олександрович
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Тривалість вивчення навчальної дисципліни	один семестр
Обсяг навчальної дисципліни	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. Для заочної форми навчання 16 год. становить контактна робота з викладачем (8 год. лекцій, 8 год. практичних занять), 134 год. 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	Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів
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 Шоттки.</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

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

CH1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
CH4	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

8. Види навчальних занять

Тема 1. Загальні відомості про емісійну електроніку.	
Лк1 "Загальні відомості про емісійну електроніку."	Основні поняття та визначення. Види емісій електронів та іонів. Історія розвитку емісійної електроніки. Діаграма станів електронів на кордоні "поверхню твердого тіла - вакуум".
Пр1 "Емісійні явища"	Розв'язок задач за темою емісійні явища (робота виходу електронів, швидкості теплового руху електронів, фотоелектрон, затримуюче електричне поле).
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.
Пр2 "Електричні властивості твердих тіл"	Розв'язок задач за темою електричні властивості твердих тіл. Швидкість спрямованого руху електронів, кількість вільних електронів в одиниці об'єму, рухомість електронів, швидкість дрейфу електронів.
Пр3 "Квантова природа твердих тіл"	Розв'язок задач за темою: Квантова природа твердих тіл.
Тема 3. Класифікація видів емісії електронів.	
Лк3 "Класифікація видів емісії електронів."	Види емісії з попереднім збудженням. Види емісії без попереднього збудження. Комбіновані види емісії.
Тема 4. Термоелектронна емісія.	

<p>Лк4 "Термоелектронна емісія."</p> <p>Термоелектронна емісія з металів у вакуумі. Співвідношення Дешмана. Закон Річардсона.</p>
<p>Пр4 "Термічна емісія електронів у вакуумі."</p> <p>Вивчення переваг і недоліків різних типів терموкатодів. Розв'язок задач за темою термоелектрична емісія</p>
<p>Тема 5. Типи катодів для термоелектронної емісії.</p>
<p>Лк5 "Типи катодів для термоелектронної емісії." (денна)</p> <p>Типи термоелектронних катодів. Переваги і недоліки різних типів терموкатодів. Ефект Шотткі.</p>
<p>Тема 6. Фотоелектронна емісія.</p>
<p>Лк6 "Фотоелектронна емісія"</p> <p>Явище зовнішнього фотоэффекту. Явище внутрішнього фотоэффекту. Фотоелектронний помножувач. Фотоелектронна емісія металів. Багатофотонна фотоемісія металів. Фотоелектронна емісія напівпровідників. Приклади ефективних фотокатодів. Застосування фотокатодів.</p>
<p>Пр5 "Вивчення законів зовнішнього фотоэффекту. Частина 1" (денна)</p> <p>Суть явища зовнішнього фотоэффекту. Розрахунки вольт-амперних і світлових характеристики фотоелемента.</p>
<p>Пр6 "Вивчення законів зовнішнього фотоэффекту. Частина 2." (денна)</p> <p>Суть явища зовнішнього фотоэффекту. Розрахунки інтегральної і спектральної чутливості фотоелемента.</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>Пр7 "Вторинна електронна емісія: фізичні принципи і застосування." (денна)</p> <p>Фізичні основи явища вторинної електронної емісії електронів. Розрахунки залежності 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>

Пр8 "Пошуково-дослідницьке завдання." (денна)
Презентація та захист пошуково-дослідного завдання.

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Практикоорієнтоване навчання
МН3	Самостійна робота з вивчення електронних матеріалів з можливістю консультацій очних та онлайн

Лекції надають здобувачам матеріали: з фізики емісійних процесів; будови приладів і пристроїв емісійної електроніки; сфери застосування емісійної електроніки (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	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
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 перескладання з метою підвищення оцінки
Перший семестр вивчення		100 балів	
МСО1. Звіт за результатами виконання практичних робіт		35	
	7x5	35	Ні
МСО2. Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)		25	
		25	Ні
МСО3. Підсумковий модульний контроль		40	
		40	Ні

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: звіти за результатами виконання практичних робіт до 45 балів; виконання пошуково-дослідницької роботи до 25 балів; підсумковий модульний контроль до 40 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.

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

Основна література	
1	Проценко І.Ю., Черноус А.М., Проценко С.І. Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів – Суми: СумДУ, 2020. – 270 с.
Допоміжна література	
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	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. Satrapinskyy, T. Lucinski // Vacuum. – 2021. – V. 187. – P. 110141-1 – 110141-9.
4	В.В. Загородній. Локальні методи досліджень: підручник. - Київ: КПІ, 2019. - 323 с.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	курс https://mix.sumdu.edu.ua/info/nmk/d1621b09-a248-40cc-88ef-ea182805df30 MIX:

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
денна форма навчання												
1	Загальні відомості про емісійну електроніку.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
2	Основні елементи зонної теорії твердих тіл.	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
3	Класифікація видів емісії електронів.	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
4	Термоелектронна емісія.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
5	Типи катодів для термоелектронної емісії.	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
6	Фотоелектронна емісія.	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
7	Вторинна електронна емісія	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
8	Автоелектронна емісія як приклад емісії електронів без попереднього збудження. Комбіновані види емісії	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
Контрольні заходи												
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
Індивідуальні завдання												
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>

№ 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
заочна форма навчання												
1	Загальні відомості про емісійну електроніку.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
2	Основні елементи зонної теорії твердих тіл.	7.5	4	0	4	0	3.5	2.5	1	0	0	0
3	Класифікація видів емісії електронів.	2.5	2	2	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
4	Термоелектронна емісія.	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
5	Типи катодів для термоелектронної емісії.	2.5	0	0	0	0	2.5	2.5	0	0	0	0
6	Фотоелектронна емісія.	7.5	2	2	0	0	5.5	5.5	0	0	0	0
7	Вторинна електронна емісія	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0
8	Автоелектронна емісія як приклад емісії електронів без попереднього збудження. Комбіновані види емісії	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0
Контрольні заходи												
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
Індивідуальні завдання												
1	інші індивідуальні завдання	104	0	0	0	0	104	0	0	0	0	104
<i>Всього з навчальної дисципліни (заочна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>16</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>0</i>	<i>134</i>	<i>22</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>104</i>