

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 | 8 тижнів протягом 3-го семестру |
| Обсяг навчальної дисципліни | Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, 40 години становить контактна робота з викладачем (16 годин лекцій, 24 години практичних робіт), 110 годин становить самостійна робота |
| Мова викладання | українська |

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

| | |
|------------------------------------|---|
| Статус дисципліни | Вибіркова навчальна дисципліна: Цикл професійної підготовки для освітньої програми 'Електронні інформаційні системи' |
| Передумови для вивчення дисципліни | Необхідними для вивчення дисципліни є знання з дисциплін: загальна фізика, фізика твердого тіла, електронно-променевої прилади і пристрої, наноматеріали і нанотехнології в електроніці |
| 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 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. Зонна структура металів, напівпровідників, діелектриків.</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 мікродіструктурованих вуглецевих матеріалів.</i> |
| Тема 5 Методи електронної мікроскопії для дослідження наноматеріалів. <i>Провіщуюча електронна мікроскопія. Дифракція повільних та швидких електронів під ковзним кутом.</i> |
| Тема 6 Електронна спектроскопія для дослідження електронної структури матеріалів. <i>Фізичні основи методу електронної оже-спектроскопії. Спектромікроскопія й мікроспектроскопія: нові можливості електронної мікроскопії та спектроскопії.</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

| |
|--|
| Тема 1. Класифікація наноматеріалів та основні типи плівкових наноструктур. |
| Лк1 "Вступ. Класифікація наноматеріалів. Розмірні ефекти у наносистемах." (денна) <i>Вивчення класифікації наноматеріалів та плівкових структур. Вивчення основних розмірних ефектах у наноматеріалів.</i> |
| Пр1 "Розмірні ефекти у електропровідності, магніторезистивних та магнітних властивостях плівкових систем." (денна) <i>Вивчення розмірних ефектів плівкових систем.</i> |
| Тема 2. Основні елементи зонної теорії твердих тіл. |
| 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.</i> |
| Тема 3. Твердотільна емісійна електроніка. Робота виходу електронів з твердого тіла. Основні види електронної емісії. |
| 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. Емісійні явища при взаємодії іонів з поверхнею твердих тіл</i> |
| Пр3 "Робота виходу електронів з твердого тіла." (денна) <i>Розрахунок роботи виходу електронів з твердого тіла. Розв'язування практичних завдань.</i> |

| |
|---|
| <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>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>Тема 4. Застосування наноструктур для виготовлення датчиків та елементів мікроелектроніки.</p> |
| <p>Лк6 "Датчики й елементи мікроелектроніки на основі плівок та наноматеріалів. Датчики на основі острівцевих та гранульованих плівок. Емісійна електроніка на основі нано- та мікроструктурованих вуглецевих матеріалів." (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>Пр9 "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>Тема 5. Методи електронної мікроскопії для дослідження наноматеріалів.</p> |
| <p>Лк7 "Електронна мікроскопія. Дифракція повільних та швидких електронів під ковзним кутом." (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>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>Тема 6. Електронна спектроскопія для дослідження електронної структури матеріалів.</p> |
| <p>Лк8 "Електронна оже-спектроскопія. Фізичні основи методу. Спектромікроскопія й мікроспектроскопія: нові можливості електронної мікроскопії та спектроскопії." (денна) <i>Вивчення фізичних принципів методу оже електронної спектроскопії.</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> |

7.2 Види навчальної діяльності

| | |
|-----|---------------------------------------|
| 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:

| | |
|---|------------------|
| 3-й семестр | 100 балів |
| МСО1. Робота на лекційних заняттях | 16 |
| 8x2 | 16 |
| МСО2. Робота на практичних заняттях. Розв'язування задач. | 48 |

| | | |
|---|------|-----------|
| | 12x4 | 48 |
| МСО3. Підготовка презентації | | 16 |
| | | 16 |
| МСО4. Складання комплексного письмового модульного контролю | | 20 |
| | | 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 | Проекційна апаратура |
| ЗН5 | 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

| Основна 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 | Ю. М. Поплавко, О. В. Борисов, Ю. І. Якименко. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч. посіб. - К. : НТУУ «КПІ», 2012. - 300 с. |
| Допоміжна література | |
| 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. |