

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

| | |
|--|--|
| Повна назва навчальної дисципліни | Теоретико-методологічні основи прикладної фізики |
| 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) | Шкурдода Юрій Олексійович, Денисов Станіслав Іванович |
| Рівень вищої освіти | Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл |
| Семестр вивчення навчальної дисципліни | 16 тижнів протягом 3-го семестру |
| Обсяг навчальної дисципліни | Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 50 год. становить контактна робота з викладачем (30 год. лекцій, 20 практичних занять) |
| Мова викладання | Українська |

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

| | |
|---|---|
| Статус дисципліни | Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Прикладна фізика та наноматеріали" |
| Передумови для вивчення дисципліни | Передумови для вивчення відсутні |
| Додаткові умови | Додаткові умови відсутні |
| Обмеження | Обмеження відсутні |

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є розширення та поглиблення знань фахівців в галузі прикладної фізики та наноматеріалів, здатних формулювати, узагальнювати та розв'язувати практичні задачі у своїй професійній діяльності з використанням фундаментальних та спеціальних методів фізики, матеріалознавства, математики і електроніки, та експлуатувати відповідне технологічне обладнання.

4. Зміст навчальної дисципліни

| |
|--|
| Модуль 1. Ефекти, пов'язані зі спіном електрона |
|--|

| |
|---|
| <p>Тема 1 Диполь-дипольна взаємодія між спінами</p> <p>Розрахунок напруженості магнітного диполя. Енергія магнітного моменту в магнітному полі. Взаємодія спіну електрона із зовнішнім магнітним полем. Прецесія електронної орбіти навколо магнітного поля. Орбітальний і спіновий магнітні моменти оболонки багатоелек-тронних атомів. Правило додавання моментів. Спін-орбітальна взаємодія.</p> |
| <p>Тема 2 Динаміка намагніченості</p> <p>Спінові хвилі у феромагнетиків. Квантування спінових свиль. Теплоємність магнітонів. Закон Блоха. Електронний парамагнітний резонанс. Феромагнітний резонанс. Спін-хвильовий резонанс.</p> |
| <p>Тема 3 Інжекція та накопичення спінів</p> <p>Процеси, що супроводжують спінову інжекцію. Спіновий дрейф і дифузія.</p> |
| <p>Тема 4 Спінова поляризація</p> <p>Асиметрія електронних станів. Асиметрія електронного транспорту. Модель спінової ін-жекції. Спінова інжекція та спінова екстракція. Спін-зарядовий зв'язок Сілсбі-Джонсона.</p> |
| <p>Модуль 2. Спінові явища в нанорозмірних структурах</p> |
| <p>Тема 5 Явища в тунельних магнітних контактах</p> <p>Квантове тунелювання. Тунельний магнітоопір. Теоретичний опис тунельного магнітоо-пору. Спільні і відмінні риси гігантського і тунельного магніторезистивних ефектів</p> |
| <p>Тема 6 Двомірний електронний газ і його властивості</p> <p>Енергетичні зони на межі двох напівпровідників. Спектр носіїв заряду в квантовій ямі.</p> |
| <p>Тема 7 Електронний транспорт і COB у 2DEG системах</p> <p>Концепції спінового транзистора. Геометрична фаза Беррі: загальні ідеї. Динаміка електронів у електричному полі. Ефекти Холла. Квантовий ефект Холла. Аномальний ефект Холла. Квантовий спін-Холл ефект. Феноменологія квантового спін-Холл ефекту</p> |
| <p>Тема 8 Матеріали спінтроники та спінтронні прилади</p> <p>Наноккомпозити з аморфних сплавів у діелектричній матриці. Спіновий польовий транзис-тор. Спіновий світло випромінюючий діод.</p> |

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

| | |
|-----|--|
| РН1 | Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачає застосування фізичних та математичних теорій, методів, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення |
|-----|--|

| | |
|-----|--|
| PH2 | Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики. |
| PH3 | Здатність працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, потрібну для розв'язання професійних завдань |
| PH4 | Знання окремих понять прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії та окремих об'єктів і природних явищ, які є предметом дослідження інших природничих наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних досліджень |

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

| | |
|--|---|
| Тема 1. Диполь-дипольна взаємодія між спінами | |
| Лк1 | "Диполь-дипольна взаємодія між спінами. Розрахунок напруженості магнітного диполя. Енергія магнітного моменту в магнітному полі." (денна) Диполь-дипольна взаємодія між спінами. Розрахунок напруженості магнітного диполя. Енергія магнітного моменту в магнітному полі. |
| Лк2 | "Взаємодія спіну електрона із зовнішнім магнітним полем" (денна) Взаємодія спіну електрона із зовнішнім магнітним полем. Прецесія електронної орбіти навколо магнітного поля. Орбітальний і спіновий магнітні моменти оболонки багатоелек-тронних атомів. Правило додавання моментів. Спін-орбітальна взаємодія. |
| Пр1 | "Диполь-дипольна взаємодія між спінами" (денна) Диполь-дипольна взаємодія між спінами. |
| Пр2 | "Розрахунок напруженості магнітного диполя" (денна) Розрахунок напруженості магнітного диполя |
| Пр3 | "Енергія магнітного моменту в магнітному полі. Взаємодія спіну електрона із зовнішнім магнітним полем" (денна) Енергія магнітного моменту в магнітному полі. Взаємодія спіну електрона із зовнішнім магнітним полем. |
| Тема 2. Динаміка намагніченості | |
| Лк3 | "Динаміка намагніченості. Спінові хвилі у феромагнетику" (денна) Динаміка намагніченості. Спінові хвилі у феромагнетику. Квантування спінових хвиль. Теплоємність магнітів. Закон Блоха. |
| Лк4 | "Електронний парамагнітний резонанс. Феромагнітний резонанс" (денна) Електронний парамагнітний резонанс. Феромагнітний резонанс. Спін-хвильовий резонанс. |

| |
|---|
| <p>Пр4 "Динаміка намагніченості. Спінові хвилі у феромагнетику. Квантування спінових хвиль" (денна)</p> <p>Динаміка намагніченості. Спінові хвилі у феромагнетику. Квантування спінових хвиль.</p> |
| <p>Пр5 "Теплоємність магنونів. Закон Блоха. Електронний парамагнітний резонанс" (денна)</p> <p>Теплоємність магنونів. Закон Блоха. Електронний парамагнітний резонанс.</p> |
| <p>Тема 3. Інжекція та накопичення спінів</p> |
| <p>Лк5 "Інжекція та накопичення спінів" (денна)</p> <p>Інжекція та накопичення спінів. Процеси, що супроводжують спінову інжекцію. Спіновий дрейф і дифузія.</p> |
| <p>Пр6 "Асиметрія електронних станів. Асиметрія електронного транспорту. Модель спінової інжекції" (денна)</p> <p>Асиметрія електронних станів. Асиметрія електронного транспорту. Модель спінової інжекції.</p> |
| <p>Пр7 "Спінова інжекція та спінова екстракція. Спін-зарядовий зв'язок Сілсбі–Джонсона" (денна)</p> <p>Спінова інжекція та спінова екстракція. Спін-зарядовий зв'язок Сілсбі–Джонсона.</p> |
| <p>Тема 4. Спінова поляризація</p> |
| <p>Лк6 "Спінова поляризація. Асиметрія електронних станів" (денна)</p> <p>Спінова поляризація. Асиметрія електронних станів. Асиметрія електронного транспорту.</p> |
| <p>Лк7 "Модель спінової інжекції. Спінова інжекція та спінова екстракція" (денна)</p> <p>Модель спінової інжекції. Спінова інжекція та спінова екстракція. Спін-зарядовий зв'язок Сілсбі–Джонсона.</p> |
| <p>Тема 5. Явища в тунельних магнітних контактах</p> |
| <p>Лк8 "Явища в тунельних магнітних контактах. Квантове тунелювання" (денна)</p> <p>Явища в тунельних магнітних контактах. Квантове тунелювання. Тунельний магнітоопір. Теоретичний опис тунельного магнітоопору.</p> |
| <p>Лк9 "Спільні і відмінні риси гігантського і тунельного магніторезистивних ефектів" (денна)</p> <p>Спільні і відмінні риси гігантського і тунельного магніторезистивних ефектів</p> |
| <p>Пр8 "Теоретичний опис тунельного магнітоопору" (денна)</p> <p>Теоретичний опис тунельного магнітоопору.</p> |
| <p>Тема 6. Двомірний електронний газ і його властивості</p> |

| |
|--|
| Лк10 "Двовірний електронний газ і його властивості" (денна) Двовірний електронний газ і його властивості |
| Лк11 "Енергетичні зони на межі двох напівпровідників. Спектр носіїв заряду в квантовій ямі" (денна) Енергетичні зони на межі двох напівпровідників. Спектр носіїв заряду в квантовій ямі |
| Пр9 "Концепції спінового транзистора. Геометрична фаза Беррі: загальні ідеї. Динаміка електронів у електричному полі. Ефекти Холла" (денна) Концепції спінового транзистора. Геометрична фаза Беррі: загальні ідеї. Динаміка електронів у електричному полі. Ефекти Холла |
| Тема 7. Електронний транспорт і COB у 2DEG системах |
| Лк12 "Електронний транспорт і COB у 2DEG системах. Концепції спінового транзистора" (денна) Електронний транспорт і COB у 2DEG системах. Концепції спінового транзистора |
| Лк13 "Геометрична фаза Беррі: загальні ідеї. Динаміка електронів у електричному полі" (денна) Геометрична фаза Беррі: загальні ідеї. Динаміка електронів у електричному полі |
| Лк14 "Квантовий спін-Холл ефект" (денна) Квантовий спін-Холл ефект. Феноменологія квантового спін-Холл ефекту. |
| Тема 8. Матеріали спінтроники та спінтронні прилади |
| Лк15 "Матеріали спінтроники та спінтронні прилади" (денна) Матеріали спінтроники та спінтронні прилади. Нанокompозити з аморфних сплавів у діелектричній матриці. Спіновий польовий транзистор. Спіновий світло випромінюючий діод. |
| Пр10 "Матеріали спінтроники та спінтронні прилади. Нанокompозити з аморфних сплавів у діелектричній матриці. Спіновий польовий транзистор. Спіновий світло випромінюючий діод" (денна) Матеріали спінтроники та спінтронні прилади. Нанокompозити з аморфних сплавів у діелектричній матриці. Спіновий польовий транзистор. Спіновий світло випромінюючий діод. |

7.2 Види навчальної діяльності

| | |
|-----|------------------------------|
| НД1 | Виконання практичних завдань |
| НД2 | Підготовка до лекцій |
| НД3 | Підготовка до атестації |

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

| | |
|-----|---------------------------|
| МН1 | Інтерактивні лекції |
| МН2 | практичні заняття |
| МН3 | Проблемно-пошуковий метод |

Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій, практичних занять.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

| Визначення | Чотирибальна національна шкала оцінювання | Рейтингова бальна шкала оцінювання |
|------------|---|------------------------------------|
|------------|---|------------------------------------|

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

| | |
|------|---|
| МФО1 | Експрес-тестування |
| МФО2 | Перевірка та оцінювання письмових завдань |

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

| | |
|------|---|
| МСО1 | Оцінювання письмових робіт |
| МСО2 | Складання письмових модульних контролів |
| МСО3 | Роботи за матеріалом практичних занять |

Контрольні заходи:

| 3 семестр | | 100 балів |
|---|------|-----------|
| МСО1. Оцінювання письмових робіт | | 60 |
| | 10x6 | 60 |
| МСО2. Складання письмових модульних контролів | | 32 |
| | 2x16 | 32 |
| МСО3. Роботи за матеріалом практичних занять | | 8 |
| | 8x1 | 8 |

Контрольні заходи в особливому випадку:

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

| | |
|-----|--|
| ЗН1 | Бібліотечні фонди |
| ЗН2 | персональних комп'ютерів з прикладним програмним забезпеченням |
| ЗН3 | Інформаційно-комунікаційні системи |

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

| Основна література | |
|-----------------------------|---|
| 1 | 1. Проценко І.Ю., Черноус А.М., Проценко С.І. Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів. Електронне видання / За ред. І.Ю. Проценка. – Суми: Вид-во СумДУ, 2020. – 270с. |
| 2 | 2. Данильченко С. М. Рентгенодифракційні методи дослідження кристалічних матеріалів: навчальний посібник / С.М. Данильченко, В. М. Кузнецов, І. Ю. Проценко. – Суми: Сумський державний університет, 2019. –135 с. |
| 3 | 1. Псевдоспін-вентильні структури: принципи формування, магніті та магніторезистивні властивості [Електронний ресурс]: монографія / І.М. Па-зуха, С.І. Проценко, І.В. Чешко, Ю.О. Шкурдода; за заг. ред. С.І. Проценка та І.М. Пазухи. - Електронне вид. каф. Електроніки, заг. та прикладної фізики. - Суми: СумДУ, 2019. - 157 с. |
| Допоміжна література | |
| 4 | 3. Кшнякін, В.С. Основи фізичного матеріалознавства [Текст]: навч. посіб.: у 2-х ч. Ч.1 / В.С. Кшнякін, А.С. Опанасюк, К.О. Дядюра. - Суми: СумДУ, 2015. - 329 с. |