

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Фізичні властивості наноплівкових матеріалів
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	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 навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, 48 години становить контактна робота з викладачем (16 годин лекцій, 32 години практичних робіт), 102 годин становить самостійна робота
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	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	відсутні
Обмеження	відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

формування знань про особливості фізичних властивостей (електрофізичних, магнітних, магнітотранспортних та ін.) плівкових матеріалів

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Класифікація наноматеріалів та основні типи плівкових наноструктур. Вступ. Класифікація наноматеріалів. Класифікації плівкових структур. Розмірні ефекти у електрофізичних, магнітотранспортних та магнітних властивостях плівкових матеріалів.
Тема 2 Електрофізичні властивості тонких металевих плівок. Розмірні ефекти в електропровідності (теорія Фукса-Зондгеймера, модель ефективної довжини вільного пробігу та ізотропного розсіювання). Температурна залежність опору тонкої плівки.

Тема 3 Структурно-фазовий стан плівкових матеріалів. Типи сингоній кристалічних ґраток.
Тема 4 Магнітні властивості плівкових матеріалів та наносистем. Основні види магнетизму речовин. Розмірна залежність фізичних властивостей магнітних матеріалів. Магнітом'які та магнітожорсткі матеріали, їх порівняльні характеристики, взаємозв'язок склад-структура-властивості. Доменна структура феромагнітних матеріалів. Явище суперпарамагнетизму. Температура блокування. Анізотропія магнітних властивостей плівкових матеріалів, причини та види. Структури з перпендикулярною магнітною анізотропією.
Тема 5 Магнітотранспортні властивості плівкових матеріалів. Спін-залежне розсіювання електронів в багатошарових плівкових системах та гранульованих плівках. Анізотропний магнітоопір (АМО) в наноструктурах. Плівкові системи з гігантським магнітоопором (ГМО). Порівняння явищ ГМО та АМО. Тунельний магнітоопір та інжекція носіїв заряду з поляризованим спіном.
Тема 6 Застосування наноматеріалів. Матеріали зі спеціальними фізичними властивостями. Нові області застосування магнітних наноматеріалів.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Самостійно проводити експериментальні дослідження структурно-фазового стану, електричних, магнітних, магнітотранспортних властивостей плівкових матеріалів та наноструктур
РН2	Самостійно аналізувати отримані результати
РН3	Проводити розрахунок різних фізичних параметрів в плівках, наприклад, величини магнітоопору (МО) (в тому числі анізотропного МО), параметрів електроперенесення, параметрів кристалічної ґратки тощо
РН4	Знати основи інтерпретації результатів дослідження фізичних властивостей плівкових матеріалів та наноструктур
РН5	Знати – фізичні процеси, що спричиняють виникнення різних явищ у магнітних, магнітотранспортних та механічних властивостях плівкових структур
РН6	Знати теоретичні основи сучасних методів дослідження фізичних властивостей плівкових матеріалів

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) Вивчення класифікації наноматеріалів та плівкових структур. Вивчення основних розмірних ефектах у плівкових матеріаліх.
Пр1 "Класифікація наноматеріалів." (денна) Вивчення класифікації наноматеріалів та плівкових систем.

Пр2 "Розмірні ефекти у електропровідності, магніторезистивних та магнітних властивостях плівкових систем" (денна) Вивчення розмірних ефектів плівкових систем.
Тема 2. Електрофізичні властивості тонких металевих плівок.
Лк2 "Електрофізичні властивості тонких металевих плівок. Розмірні ефекти. Температурна залежність опору тонкої плівки." (денна) Розмірні ефекти в електропровідності (теорія Фукса-Зондгеймера, модель ефективної довжини вільного пробігу та ізотропного розсіювання). Температурна залежність опору тонкої плівки.
Пр3 "Розмірні ефекти в електропровідності тонких плівок." (денна) Теорія Фукса-Зондгеймера, модель ефективної довжини вільного пробігу та ізотропного розсіювання у електропровідності тонких плівок.
Пр4 "Температурна залежність опору тонкої плівки." (денна) Вивчення температурної залежності опору тонкої плівки.
Тема 3. Структурно-фазовий стан плівкових матеріалів.
Лк3 "Структурно-фазовий стан плівкових матеріалів." (денна) Вивчення особливостей структурно-фазового стану плівкових матеріалів.
Пр5 "Типи сингоній кристалічних ґраток." (денна) Розрахунок параметрів кристалічних ґраток плівкових матеріалів.
Пр6 "Структурний стан плівкових матеріалів." (денна) Дослідження морфології поверхні плівкових матеріалів. Побудова гістограм.
Тема 4. Магнітні властивості плівкових матеріалів та наносистем.
Лк4 "Магнітні властивості плівкових матеріалів та наносистем." (денна) Основні види магнетизму речовин. Розмірна залежність фізичних властивостей магнітних матеріалів. Магнітом'які та магнітожорсткі матеріали, їх порівняльні характеристики, взаємозв'язок склад-структура-властивості. Доменна структура феромагнітних матеріалів.
Лк5 "Магнітні властивості гранульованих та багатошарових плівкових матеріалів." (денна) Явище суперпарамагнетизму. Температура блокування. Анізотропія магнітних властивостей плівкових матеріалів, причини та види. Структури з перпендикулярною магнітною анізотропією.
Пр7 "Розмірна залежність фізичних властивостей магнітних матеріалів." (денна) Встановлення розмірних ефектів у магнітних властивостях плівкових систем
Пр8 "Основні види магнетизму речовин." (денна) Особливості магнітних властивостей плівкових матеріалів з різним типом магнетизму.
Пр9 "Явище суперпарамагнетизму. Температура блокування." (денна) Вивчення явища суперпарамагнетизму в плівкових матеріалах.

Пр10 "Анізотропія магнітних властивостей плівкових матеріалів. Структури з перпендикулярною магнітною анізотропією." (денна) Причини та види анізотропії магнітних матеріалів.
Тема 5. Магнітотранспортні властивості плівкових матеріалів.
Лк6 "Магнітотранспортні властивості плівкових матеріалів." (денна) Вивчення процесів спин-залежного розсіювання електронів в багатошарових плівкових системах та гранульованих плівках.
Лк7 "Гігантський та анізотропний магнітоопір в плівкових системах." (денна) Вивчення явищ гігантського та анізотропного магнітоопору в плівкових системах. Розрахунок коефіцієнтів ГМО та АМО.
Пр11 "Спин-залежне розсіювання електронів в багатошарових плівкових системах та гранульованих плівках." (денна) Вивчення фізичних процесів спин-залежного розсіювання електронів в багатошарових плівкових системах та гранульованих плівках.
Пр12 "Явище гігантського магнітоопору в магнітних плівкових системах." (денна) Розрахунок коефіцієнту ГМО плівкових систем.
Пр13 "Явище анізотропного магнітоопору в магнітних плівкових системах." (денна) Розрахунок коефіцієнту АМО плівкових систем. Порівняння явищ ГМО та АМО.
Пр14 "Тунельний магнітоопір та інжекція носіїв заряду з поляризованим спіном." (денна) Вивчення явища тунельного магнітоопору у плівкових зразках.
Тема 6. Застосування наноматеріалів.
Лк8 "Застосування наноматеріалів у різних галузях науки, техніки та медицини." (денна) Матеріали зі спеціальними фізичними властивостями. Нові області застосування магнітних наноматеріалів.
Пр15 "Матеріали зі спеціальними фізичними властивостями." (денна) Вивчення матеріалів зі спеціальними фізичними властивостями.
Пр16 "Нові області застосування магнітних наноматеріалів." (денна) Встановлення можливостей застосування наноматеріалів у різних галузях.

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
-----------------------	------------	---	------------------------------------

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 практичних заняттях. Розв'язування задач.
МСО2	Підготовка презентації
МСО3	Складання комплексного письмового модульного контролю

Контрольні заходи:

3-й семестр		100 балів
МСО1. Робота на практичних заняттях. Розв'язування задач.		48
	16x3	48
МСО2. Підготовка презентації		32
	2x16	32
МСО3. 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 мережі
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	Ю. М. Поплавко, О. В. Борисов, Ю. І. Якименко. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч. посіб. - К. : НТУУ «КПІ», 2012. - 300 с.
2	О.П. Ткач. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні: навчальний посібник. – Суми: СумДУ, 2014. – 125 с.
3	І. Ю. Проценко, А. М. Чорноус, С. І. Проценко, Прилади та методи дослідження плівкових матеріалів – Суми : СумДУ, 2020. – 264 с.
4	І.Ю. Проценко, Л.В. Однорець. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки– Суми : СумДУ, 2020. – 231 с.
Допоміжна література	
1	Е.В.Булыгина., В.В. Макарьчук, Ю.В. Панфилов и др. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование: учебное пособие для вузов. - М.: Сайнс-пресс, 2010. - 80 с.
2	А.А. Елисеев, А.В. Лукашин Функциональные наноматериалы. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
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	В.М.Федосюк. Наноструктурные пленки и нанопроволоки. Мн.: БГУ, 2012. - 312 с.
5	Проценко І.Ю., Шумакова Н.І. Технологія одержання і застосування плівкових матеріалів.- Суми: Вид-во СумДУ, 2020.- 198 с.