

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Функціональні матеріали мікро- і наноелектроніки
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
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, з яких 48 годин становить контактна робота з викладачем (16 годин лекцій, 32 години практичних занять), 102 години 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 із загальної фізики і фізики твердого тіла, спрямовані на розуміння фізичних явищ, які відбуваються при перетворенні одного виду енергії в інший
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів професійних знань про матеріали, які використовуються при виготовленні елементної бази функціональної електроніки, основні закономірності, які визначають їхню поведінку у різних умовах експлуатації. Також метою даної дисципліни є формування знань стосовно конструктивно-технологічних особливостей базових елементів і компонентів функціональної електроніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Класифікація матеріалів функціональної електроніки за їх призначенням Електротехнічні, конструкційні та матеріали спеціального призначення.

Тема 2 Провідникові матеріали функціональної електроніки Класифікація провідникових матеріалів. Матеріали високої провідності. Надпровідникові матеріали. Сплави високого опору та сплави для термопар. Метали і сплави різного призначення. Неметалічні провідникові матеріали. Полімерні провідники.
Тема 3 Напівпровідникові матеріали функціональної електроніки Загальна характеристика та класифікація напівпровідників. Власна електронна й діркова електропровідності. Рухливість носіїв заряду. Фізичні процеси в напівпровідниках. Низькорозмірні структури електроніки. Контактні явища. Фотопровідність.
Тема 4 Діелектричні матеріали функціональної електроніки Активні діелектрики: сегнето-, п'єзо- та піроелектрики; електро-, магніто- й акустооптичні матеріали; матеріали квантової електроніки; рідкі кристали; діелектричні кристали з нелінійними оптичними властивостями. Пасивні діелектричні матеріали: електроізоляційні полімери, композиційні порошкові пластмаси, монокристалічні діелектрики та матеріали на їх основі, стекла, кераміки.
Тема 5 Магнітні матеріали функціональної електроніки Фізичні явища у магніях матеріалах електроніки: намагнічування, перемагнічування, розмагнічування осердь імпульсним або безперервним струмом, виникнення ЕРС у провіднику, який рухається в результаті дії магнітного поля. Класифікація магнітних матеріалів.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Знати і розуміти принципи підбору матеріалів і компонентів для елементної бази функціональної електроніки
РН2	Знати основні експлуатаційні характеристики матеріалів при використанні їх при формуванні елементної бази функціональної електроніки та принципові шляхи керування їхніми властивостями
РН3	Розвинути уміння правильно вибирати матеріали для виготовлення елементів функціональної електроніки заданого призначення з врахуванням допустимих навантажень, впливу зовнішніх факторів, технологічності, вартості, тощо
РН4	Аналізувати можливості створення нових матеріалів з покращеними характеристиками у зв'язку з постійним збільшенням степені інтеграції електронних пристроїв і зменшенням розмірів характеристичних елементів
РН5	Розвинути навички в застосуванні матеріалів і компонентів у пристроях функціональної електроніки

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Класифікація матеріалів функціональної електроніки за їх призначенням Лк1 "Загальна класифікація матеріалів електроніки. Класифікація матеріали з певними властивостями щодо електричного та магнітного полів" (денна) Електротехнічні, конструкційні та матеріали спеціального призначення.
Тема 2. Провідникові матеріали функціональної електроніки

Лк2 "Класифікація провідникових матеріалів" (денна) Класифікація провідникових матеріалів. Матеріали високої провідності. Надпровідникові матеріали. Сплави високого опору та сплави для термопар. Метали і сплави різного призначення. Неметалічні провідникові матеріали. Полімерні провідники.
Лк3 "Фізичні явища в провідниках" (денна) Контакт двох металів (Me1-Me2). Енергетична діаграма контакту двох металів. Термoeлектрорушійна сила.Еефект Зеебека.
Пр1 "Електрична провідність металів" (денна) Поглиблення знань про фізичні основи електричної провідності металів; визначення впливу температури на величину питомого опору провідникових матеріалів.
Пр2 "Електрична провідність металевих сплавів та провідників, що містять домішки." (денна) Поглиблення знань про фізичні основи електричної провідності металів та металевих сплавів; визначення залежності опору від типу та концентрації домішок або вмісту компонент (у випадку двокомпонентних сплавів); вивчення фізичних процесів у контактах метал - метал.
Пр3 "Питомий опір провідникових матеріалів на високих частотах." (денна) Вивчення закономірностей зміни опору провідникових матеріалів при пропусканні змінного електричного струму
Пр4 "Дослідження розмірної залежності густини тонких металевих плівок" (денна) Дослідження розмірної залежності густини тонких металевих плівок та визначення похибки вимірювання товщини методом кварцового резонатора при дослідження зразків малої товщини
Тема 3. Напівпровідникові матеріали функціональної електроніки
Лк4 "Загальна характеристика та класифікація напівпровідників." (денна) Загальна характеристика та класифікація напівпровідників. Власна електронна й діркова електропровідності. Рухливість носіїв заряду.
Лк5 "Фізичні процеси в напівпровідниках. Низькорозмірні структури електроніки. Контактні явища." (денна) Ефект Ганна, ефект Холла, фотоелектричний ефект. Контакт напівпровідник - напівпровідник, контакт напівпровідник - діелектрик, контакт метал - напівпровідник n-типу, контакт метал - напівпровідник p-типу.
Пр5 "Електрична провідність напівпровідникових матеріалів" (денна) Поглибити знання про фізичні основи провідності власних та домішкових напівпровідникових матеріалів.
Пр6 "Особливості температурної залежності питомого опору напівпровідникових матеріалів" (денна) Вихначити особливості температурної залежності питомого опору напівпровідникових матеріалів та розрахувати величину термічного коефіцієнту опору

Пр7 "Визначення ширини забороненої зони в тонких плівках германію" (денна) Виходячи з експериментальної залежності опору плівки германію від температури визначити ширину забороненої зони матеріалу
Пр8 "Фотопровідність напівпровідникових плівок. Вивчення розмірної залежності коефіцієнта фоточутливості." (денна) Використовуючи як джерело світла генератор лазерного випромінювання визначити опір плівкового напівпровідного зразка у залежності від умов освітлення. Розрахунок коефіцієнта фоточутливості та визначення впливу розмірного ефекту на його величину.
Пр9 "Ефект Холла у напівпровідниках" (денна) Вивчення процесів взаємодії рухомих носіїв струму у напівпровіднику з магнітним полем та визначення сталої Холла залежно від типу напівпровідника
Тема 4. Діелектричні матеріали функціональної електроніки
Лк6 "Активні діелектрики: класифікація, властивості та галузі застосування в електроніці." (денна) Властивості та галузі застосування активних діелектриків: сегнето-, п'єзо- та піроелектриків; електро-, магніто- й акустооптичних матеріалів; матеріалів квантової електроніки; рідких кристалів; діелектричних кристалів з нелінійними оптичними властивостями.
Лк7 "Пасивні діелектрики: класифікація, властивості та галузі застосування в електроніці" (денна) Властивості та галузі застосування пасивних діелектриків: електроізоляційні полімери; еластомери; композиційні порошкові пластмаси; просочувальні речовини, компаунди та лаки; волокнисті непросочувальні матеріали; лакотканини й шаруваті пластики; монокристалічні діелектрики та матеріали на їх основі; стекла; кераміки.
Пр10 "Температурна залежність відносної діелектричної проникності" (денна) Встановлення характеру температурної залежності відносної діелектричної проникності; визначення величини термічного коефіцієнта відносної діелектричної проникності методом графічного диференціювання температурної залежності
Пр11 "Електропровідність діелектриків" (денна) Визначити причини виникнення струмів в діелектриках та особливості процесу електропровідності.
Тема 5. Магнітні матеріали функціональної електроніки
Лк8 "Магнітні матеріали електроніки: класифікація, властивості та застосування в електроніці." (денна) Особливості доменної структури ферро-, антиферро-, фері- та діамagnetиків. Магнітом'які та магнітотверді матеріали. Магнітодіелектрики. Магнітні матеріали з прямокутною петлею гістерезису. Магнітні матеріали спеціального призначення.
Пр12 "Магнітні матеріали електроніки" (денна) Вивчення властивостей магнітних матеріалів та особливостей фізичних процесів у феромагнітних металах

Пр13 "Особливості поведінки магнітних матеріалів у змінних магнітних полях" (денна) Вивчення фізичних процесів у магнітних матеріалах при перемагнічуванні під дією змінного магнітного поля.
Пр14 "Використання методу високоточної резистометрії для дослідження магніторезистивних властивостей магнітних матеріалів функціональної електроніки" (денна) Вивчення особливостей методу високоточної резистометрії для дослідження магніторезистивних властивостей магнітних матеріалів функціональної електроніки
Пр15 "Розрахунок величини ізотропного та анізотропного магнітоопору ферромагнітних матеріалів електроніки" (денна) Вивчення особливостей польових залежностей ізотропного та анізотропного магнітоопору ферромагнітних матеріалів електроніки. Розрахунок величини ізотропного та анізотропного магнітоопору
Пр16 "Підсумкове заняття" (денна) Контрольна робота

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Конспектування
НД2	Участь в обговоренні-дискусії (групові та парні)
НД3	Робота з підручниками та релевантними інформаційними джерелами
НД4	Виконання практичних завдань
НД5	Написання підсумкової контрольної роботи
НД6	Підготовка до поточного та підсумкового контролю

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Лекції-дискусії
МН3	Метод ілюстрацій
МН4	Розв'язання практичних завдань
МН5	Семінар
МН6	Практико-орієнтоване навчання

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	Експрес-тестування
МФО2	Настанови викладача в процесі виконання практичних занять
МФО3	Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами
МФО4	Перевірка та оцінювання підсумкової контрольної роботи

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Підготовка конспекту за матеріалом лекцій
МСО2	Участь у лекції-дискусії
МСО3	Експрес тестування в кінці лекційного заняття
МСО4	Виконання завдань на практичних заняттях
МСО5	Підсумкова контрольна робота
МСО6	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)

Контрольні заходи:

3-й семестр		54 балів
МСО1. Підготовка конспекту за матеріалом лекцій		8
	8x1	8
МСО2. Участь у лекції-дискусії		16
	8x2	16
МСО4. Виконання завдань на практичних заняттях		30
	15x2	30
		46 балів
МСО3. Експрес тестування в кінці лекційного заняття		8
	4x2	8
МСО5. Підсумкова контрольна робота		18
		18
МСО6. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		20
		20

Контрольні заходи в особливому випадку:

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН2	Бібліотечні фонди
ЗН3	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Однодворець Л. В., Пазуха І. М. Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навч. посібник. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 196 с.
2	Крилик Л. В., Селецька О.О. Матеріали електронної техніки: навч. посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 120 с.
3	Однодворець Л.В., Пазуха І.М. Методичні вказівки до практичних робіт та самостійної роботи з курсу «Матеріали і компоненти функціональної електроніки». – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 56 с.
Допоміжна література	
4	Проценко І. Ю., Шумакова Н. І. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці : підручник. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 155 с.
5	Швець Є. Я., Червоний І. Ф., Головка Ю. В. Матеріали і компоненти електроніки: навч. посібник. – Запоріжжя : ЗДІА, 2011. – 278 с.
6	Фізика твердого тіла: навч. посіб. / В.В. Бібик, Т.М. Гричановська, Л.В. Однодворець, Н.І. Шумакова. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 200 с.