

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Функціональні матеріали мікро- і наноелектроніки
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
<b>Розробник(и)</b>	Пазуха Ірина Михайлівна
<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 3-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 50 годин становить контактна робота з викладачем (30 годин лекцій, 20 години практичних занять), 100 годин становить самостійна робота
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Прикладна фізика та наноматеріали"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	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
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	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

<p>Тема 1 Класифікація функціональних матеріалів електроніки за їх призначенням</p> <p>Електротехнічні, конструкційні та матеріали спеціального призначення.</p>
<p>Тема 2 Провідникові функціональні матеріали електроніки</p> <p>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.</p>
<p>Тема 3 Напівпровідникові функціональні матеріали електроніки</p> <p>Загальна характеристика та класифікація напівпровідників. Власна електронна й діркова електропровідності. Рухливість носіїв заряду. Фізичні процеси в напівпровідниках. Низькорозмірні структури електроніки. Контактні явища. Фотопровідність.</p>
<p>Тема 4 Діелектричні функціональні матеріали електроніки</p> <p>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.</p>
<p>Тема 5 Магнітні функціональні матеріали електроніки</p> <p>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.</p>

## 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	Розвинути вміння правильно вибирати матеріали для виготовлення елементів функціональної електроніки заданого призначення з врахуванням допустимих навантажень, впливу зовнішніх факторів, технологічності, вартості, тощо
РН3	Аналізувати можливості створення нових матеріалів з покращеними характеристиками у зв'язку з постійним збільшенням степені інтеграції електронних пристроїв і зменшенням розмірів характеристичних елементів

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<p><b>Тема 1. Класифікація функціональних матеріалів електроніки за їх призначенням</b></p>
<p>Лк1 "Загальна класифікація функціональних матеріалів електроніки." (денна)</p> <p>Електротехнічні, конструкційні та матеріали спеціального призначення.</p>

<p>Лк2 "Класифікація матеріали з певними властивостями щодо електричного та магнітного полів" (денна)</p> <p>Матеріали з певними властивостями щодо електричного поля: провідникові, напівпровідникові і діелектричні. Матеріали, що мають певні властивості щодо магнітного поля, - сильно- та слабомагнітні.</p>
<p><b>Тема 2. Провідникові функціональні матеріали електроніки</b></p>
<p>Лк3 "Провідникові функціональні матеріали" (денна)</p> <p>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.</p>
<p>Лк4 "Фізичні явища в провідниках" (денна)</p> <p>Контакт двох металів (Me1-Me2). Енергетична діаграма контакту двох металів. Термоелектрорушійна сила. Ефект Зеебека.</p>
<p>Лк5 "Надпровідні матеріали" (денна)</p> <p>Природа явища надпровідності. Надпровідники першого та другого роду. Застосування явища надпровідності. Кріогенна електроніка</p>
<p>Пр1 "Електрична провідність металевих сплавів та провідників, що містять домішки." (денна)</p> <p>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.</p>
<p>Пр2 "Дослідження розмірної залежності густини тонких металевих плівок" (денна)</p> <p>Дослідження розмірної залежності густини тонких металевих плівок та визначення похибки вимірювання товщини методом кварцового резонатора при дослідженні зразків малої товщини</p>
<p><b>Тема 3. Напівпровідникові функціональні матеріали електроніки</b></p>
<p>Лк6 "Загальна характеристика та класифікація напівпровідників." (денна)</p> <p>Загальна характеристика та класифікація напівпровідників. Власна електронна й діркова електропровідності. Рухливість носіїв заряду.</p>
<p>Лк7 "Фізичні процеси в напівпровідниках. Контактні явища." (денна)</p> <p>Ефект Ганна, ефект Холла, фотоелектричний ефект. Контакт напівпровідник - напівпровідник, контакт напівпровідник - діелектрик, контакт метал - напівпровідник n-типу, контакт метал - напівпровідник p-типу.</p>
<p>Лк8 "Низькорозмірні функціональні матеріали" (денна)</p> <p>Принципи формування та фізичні властивості нанорозмірних матеріалів (кристал, квантова яма, квантова нитка й квантова точка).</p>

<p>Пр3 "Особливості температурної залежності питомого опору напівпровідникових матеріалів" (денна)</p> <p>Вихнчити особливості температурної залежності питомого опору напівпровідникових матеріалів та розрахувати величину термічного коефіцієнту опору</p>
<p>Пр4 "Визначення ширини забороненої зони в тонких плівках германію" (денна)</p> <p>Виходячи з експериментальної залежності опору плівки германію від температури визначити ширину забороненої зони матеріалу</p>
<p>Пр5 "Фотопровідність напівпровідникових плівок. Вивчення розмірної залежності коефіцієнта фоточутливості." (денна)</p> <p>Використовуючи як джерело світла генератор лазерного випромінювання визначити опір плівкового напівролвідного зразка у залежності від умов освітлення. Розрахунок коефіцієнта фоточутливості та визначення впливу розмірного ефекту на його величину.</p>
<p><b>Тема 4. Діелектричні функціональні матеріали електроніки</b></p>
<p>Лк9 "Активні діелектрики: класифікація, властивості та галузі застосування в електроніці." (денна)</p> <p>Властивості та галузі застосування активних діелектриків: сегнето-, п'єзо- та піроелектриків; електро-, магніто- й акустооптичних матеріалів; матеріалів квантової електроніки; діелектричних кристалів з нелінійними оптичними властивостями.</p>
<p>Лк10 "Рідкі кристали" (денна)</p> <p>Речовини, що перебувають у проміжному стані між ізотропною рідиною й твердим кристалічним тілом. Класифікація за загальною симетрією. Термохромний ефект у рідких кристалах (зміна кольорів текстури в результаті зміни температури). Ефект динамічного розсіювання світла. Польовий «твіст»-ефект.</p>
<p>Лк11 "Пасивні діелектрики: класифікація, властивості та галузі застосування в електроніці" (денна)</p> <p>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.</p>
<p>Пр6 "Температурна залежність відносної діелектричної проникності" (денна)</p> <p>Встановлення характеру температурної залежності відносної діелектричної проникності; визначення величини термічного коефіцієнта відносної діелектричної проникності методом графічного диференціювання температурної залежності</p>
<p>Пр7 "Електропровідність діелектриків" (денна)</p> <p>Визначити причини виникнення струмів в діелектриках та особливості процесу електропровідності.</p>
<p><b>Тема 5. Магнітні функціональні матеріали електроніки</b></p>

Лк12 "Загальна класифікація функціональних магнітних матеріалів" (денна) Особливості доменної структури ферро-, антиферро-, фері- та діаманетиків. Магнітом'які та магнітотверді матеріали. Магнітодіелектрики. Магнітні матеріали з прямокутною петлею гістерезису. Магнітні матеріали спеціального призначення.
Лк13 "Методи дослідження магнітних та магніторезистивних властивостей магнітних матеріалів" (денна) Метод високоточної резистометрії із використанням автоматизованих систем керування експериментом, вібраційної та надпровідної квантової (SQUID) магнітометрії.
Лк14 "Особливості поведінки магнітних матеріалів у змінних магнітних полях" (денна) Вивчення фізичних процесів у магнітних матеріалах при перемагнічуванні під дією змінного магнітного поля.
Лк15 "Магніторезистивні ефекти у феромагнітних функціональних матеріалах" (денна) Вивчення особливостей польових залежностей ізотропного та анізотропного магнітоопору феромагнітних матеріалів. Механізми реалізації спін-залежного розсіювання та спін-залежного тунелювання електронів.
Пр8 "Використання методу високоточної резистометрії для дослідження магніторезистивних властивостей" (денна) Вивчення особливостей методу високоточної резистометрії для дослідження магніторезистивних властивостей функціональних магнітних матеріалів
Пр9 "Визначення магнітних характеристик за даними вібраційної магнітометрії" (денна) Інформацію про магнітні параметри (намагніченість насичення, залишкова намагніченість коерцитивна сил)
Пр10 "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	Проблемний семінар
МН6	Практико-орієнтоване навчання

В освітньому процесі використовуються сучасні інформаційні та комунікаційні технології, зокрема платформи власної розробки СумДУ: МІХ та, e-learning. Для оперативних консультацій та занять в умовах не сприятливих епідеміологічних обставин, використовуються сервіс відео-зв'язку Google Meet.

Дисципліна дозволяє сформувати такі soft skills, необхідні для успішної професійної діяльності: опанування дослідницькими навичками високого рівня та здатність вести дискусію.

## 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	Участь у лекції-дискусії
МСО2	Експрес тестування в кінці лекційного заняття
МСО3	Виконання завдань на практичних заняттях
МСО4	Підсумкова контрольна робота
МСО5	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)

Контрольні заходи:

<b>3 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Участь у лекції-дискусії		<b>16</b>
	8x2	16
МСО2. Експрес тестування в кінці лекційного заняття		<b>15</b>

	5x3	15
МСО3. Виконання завдань на практичних заняттях		27
	9x3	27
МСО4. Підсумкова контрольна робота		18
		18
МСО5. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		24
		24

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

<b>Основна література</b>	
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.
<b>Допоміжна література</b>	
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.