

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Основи мікроелектроніки
<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>	Однодворець Лариса Валентинівна
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	14 тижнів протягом 1-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 1 кред. (30 год.) становить курсова робота, 80 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 16 практичних занять, 32 год. лабораторних занять), 40 годин становить самостійна робота
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Передумови для вивчення відсутні
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Формування у студентів уявлень про стан наукових досліджень та передових технологій функціональної електроніки; системи знань про конструкцію, принцип роботи, основні характеристики, переваги, недоліки та галузі застосування електронних приладів і систем різного функціонального призначення, інтегрованих мікросхем, їх елементів, компонент. та волоконно-оптичних систем зв'язку.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Основні поняття та положення мікроелектроніки. Інтегровані мікросхеми як системи з високим ступенем інтеграції</p> <p>Класифікація, характеристика і система умовних позначень інтегральних мікросхем (ІМС).</p>
<p>Тема 2 Фізичні основи функціональної та мікроелектроніки</p> <p>Класифікація та властивості напівпровідникових матеріалів електроніки. Електричні властивості напівпровідникових матеріалів різних типів. Рухливність носіїв заряду.</p>
<p>Тема 3 Інтегральні мікросхеми</p> <p>Типи констуркцій та структура напівпроїдникових інтегральних мікросхем (НІМС). Контактні явища в мікроелектронних структурах. Ізоляція елементів у НІМС. Підкладки ІМС та вимоги до них. Конструктивно-технологічні особливості плівкових та гібридних ІМС.</p>
<p>Тема 4 Мікроелектронні напівпровідникові прилади</p> <p>Наівпровідникові діоди: класифікація, типи конструкція, робочі характеристики. Транзистори: біполярні та польові.</p>
<p>Тема 5 Напівпровідникові прилади спеціального призначення.</p> <p>Варистори. Стабістори. Варикапи. Варактори. Тиристори</p>
<p>Тема 6 Прилади і системи функціональної електроніки.</p> <p>Прилади і пристрої оптоелектроніки. Волоконно-оптичні лінії зв'язку. Магнітоелектроніка. Хемотроніка. Кріогенна електроніка. Акустоелектроінка. Гнучка електроніка. Молекулярна та діелектрична електроніка. Біоніка.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Вимірювати та розраховувати параметри електронних систем і компонент; експериментально досліджувати процеси в електроніці та технології електронної промисловості
PH2	Знати світового рівня наукових та інженерних досягнень в сфері розробки та експлуатації електронних компонентів, пристроїв і систем
PH3	Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок
PH4	Досліджувати процеси у електронних компонентах, пристроях і системах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, методів комп'ютерного моделювання, здійснювати та аналіз результатів експериментів і розрахунків

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.  
Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР2	Моделювати та експериментально досліджувати об'єкти та процеси в електроніці та технології електронної промисловості
ПР6	Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового рівня наукових та інженерних досягнень в сфері розробки та експлуатації електронних компонентів, пристроїв і систем
ПР12	Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах
ПР14	Досліджувати процеси у електронних компонентах, пристроях і системах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, методів комп'ютерного моделювання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів та розрахунків

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Основні поняття та положення мікроелектроніки. Інтегровані мікросхеми як системи з високим ступенем інтеграції</b>
Лк1 "Класифікація, характеристики і система умовних позначень інтегральних мікросхем (ІМС)" Основні поняття та терміни. Класифікація ІМС за різними ознаками. Система умовних позначень. Аналогові, цифрові та аналогово-цифрові мікросхеми. Мікроборки. Ступінь інтеграції.
<b>Тема 2. Фізичні основи функціональної та мікроелектроніки</b>
Лк2 "Напівпровідникові матеріали електроніки" Загальна характеристика і класифікація напівпровідників з точки зору застосування в електроніці.
Лк3 "Електричні властивості напівпровідникових матеріалів різних типів" Власна електронна та діркова електропровідність. Розрахунок електричних параметрів р-п-переходу в умовах рівноваги та зовнішнього зміщення
Пр1 "Властивості напівпровідникових матеріалів" Розрахунок рухливості носіїв заряду, власної та домішкової провідності в напівпровідниках.
Пр2 "Електричні властивості напівпровідникових матеріалів різних типів" Розрахунок електронної та діркової електропровідності.
Пр3 "Електричні властивості напівпровідникових матеріалів різних типів" Визначення електричних параметрів р-п-переходу в умовах рівноваги та зовнішнього зміщення

<p>Пр4 "Ефект Холла у напівпровідниках"</p> <p>Вивчення процесів взаємодії рухомих носіїв струму у напівпровіднику з магнітним полем та визначення сталої Холла залежно від типу напівпровідника</p>
<p>Лб1 "Визначення ширини забороненої зони в тонких плівках германію"</p> <p>На основі температурної залежності опору напівпровідникової плівки германію товщиною 50-60 нм розрахувати ширину забороненої зони германію. Порівняти отримані і довідникові дані. Зробити висновок.</p>
<p>Лб2 "Розмірна залежність ширини забороненої зони тонких плівок германію"</p> <p>Дослідження особливостей прояву розмірного ефекту у фізичних властивостях тонкопліткових напівпровідникових матеріалів.</p>
<p>Лб3 "Дослідження вольт-амперної характеристики діода Шоттки"</p> <p>Вимірювання вольт-амперної характеристики діода Шоттки на основі переходу метал/напівпровідник при прямому та зворотному ввімкненні.</p>
<p>Лб4 "Дослідження статичних характеристик польового транзистора"</p> <p>Вимірювання статичних характеристик польових характеристик польових транзисторів різних типоміналів. Отримання сімейств кривих. Розрахунок робочих параметрів.</p>
<p>Лб5 "Дослідження динамічних характеристик польового транзистора"</p> <p>Вимірювання динамічних характеристик польових характеристик польових транзисторів різних типоміналів. Отримання сімейств кривих. Розрахунок робочих параметрів.</p>
<p><b>Тема 3. Інтегральні мікросхеми</b></p>
<p>Лк4 "Типи конструкцій та структура напівпровідникових інтегральних мікросхем (НІМС)"</p> <p>Структура і типи елементів НІМС. Напівпровідникові резистори, конденсатор. Індуктивність в НІМС</p>
<p>Лк5 "Типи контактів та ізоляція елементів в НІМС"</p> <p>Контактні явища в мікроелектронних структурах. Характеристики випрямного контакту метал-напівпровідник. Діод і транзистор Шоттки</p>
<p>Лк6 "Підкладки ІМС та вимоги до них"</p> <p>Вимоги до підкладок плівкових та гібридних інтегральних мікросхем. Типи та матеріали підкладок</p>
<p>Лк7 "Конструктивно-технологічні особливості елементів плівкових та гібридних інтегральних мікросхем"</p> <p>Загальна характеристика плівкових і гібридних ІМС. Плівкові резистори, конденсатори, індуктивні елементи. Плівкові матеріали провідників і контактних площадок</p>

<p>Пр5 "Елементи плівкових ІМС"</p> <p>Розрахунок параметрів і конструкції плівкового резистора</p>
<p>Пр6 "Елементи плівкових ІМС"</p> <p>Розрахунок параметрів плівкових конденсаторів та котушок індуктивності</p>
<p>Лб6 "Дослідження робочих характеристик електронних RC-генераторів"</p> <p>Дослідити робочі характеристики електронних RC-генераторів. Розрахувати коефіцієнти нестабільності частоти для досліджуваних генераторів в інтервалі робочих температур.</p>
<p>Лб7 "Дослідження робочих характеристик електронних LC-генераторів"</p> <p>Дослідити робочі характеристики електронних LC-генераторів. Розрахувати коефіцієнти нестабільності частоти для досліджуваних генераторів в інтервалі робочих температур.</p>
<p>Лб8 "Захист лабораторних робіт"</p> <p>Захист лабораторних робіт у письмовій формі</p>
<p><b>Тема 4. Мікроелектронні напівпровідникові прилади</b></p>
<p>Лк8 "Напівпровідникові діоди як компоненти електроніки"</p> <p>Класифікація, типи конструкцій, робочі параметри і характеристики діодів. Випрямний, імпульсний, високочастотний діоди</p>
<p>Лк9 "Транзистори: біполярні та польові"</p> <p>Біполярні транзистори. багатомітерні і багатоколекторні транзистори. Польові транзистори</p>
<p>Лб9 "Дослідження вольт-амперних характеристик напівпровідникових діодів"</p> <p>Отримання вольт-амперних характеристик діодів різних типоміналів</p>
<p>Лб10 "Температурна залежність параметрів біполярних транзисторів"</p> <p>Визначення температурної залежності струмів біполярного транзистора при різних варіантах ввімкнення</p>
<p>Лб11 "Визначення коефіцієнтів підсилення біполярних транзисторів"</p> <p>Розрахунок коефіцієнтів підсилення біполярних транзисторів різних типоміналів</p>
<p><b>Тема 5. Напівпровідникові прилади спеціального призначення.</b></p>
<p>Лк10 "Електронні прилади спеціального призначення"</p> <p>Варистор. Стабістор. Варікап. Тиристор. Диністор. Триністор. Триак.</p>
<p>Лб12 "Дослідження характеристик тиристорної оптопари"</p> <p>Вивчити залежність форми вихідного сигналу від величини світлового потоку для тиристорної оптопари.</p>

<b>Тема 6. Прилади і системи функціональної електроніки.</b>
<p>Лк11 "Прилади оптоелектроніки: фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристри, фотоелементи"</p> <p>Оптоелектроніка як галузь електроніки. Оптрон. Фоторезистори. Фотодіоди. Фототранзистори. Фототиристри.</p>
<p>Лк12 "Конструктивно-технологічні особливості і галузі застосування оптронів"</p> <p>Класифікація оптопар. Характеристики і параметри резисторної, діодної, транзисторної та тиристорної оптопар</p>
<p>Лк13 "Волоконна оптика."</p> <p>Волоконна оптика як сучасна галузь оптоелектроніки. Поняття оптоволокна, хвилевода, оптоволоконного кабеля. Матеріали оптичних середовищ. Принципи передачі світлових сигналів по оптоволокну</p>
<p>Лк14 "Волоконно-оптичні лінії зв'язку"</p> <p>Фізичні ефекти в оптичних середовищах. Одно- і багатомодові системи передачі інформації. Оптоволоконні кабелі для прокладання в ґрунт, у повітрі, під водою. Типи захисних оболонок та з'єднань.</p>
<p>Лк15 "Магнітоелектроніка"</p> <p>Поняття циліндричних магнітних доменів. Магніторезистори. Магніодіоди. Магніотранзистори. Магніотиристри.</p>
<p>Лк16 "Хемотроніка. Молекулярна і діелектрична електроніка"</p> <p>Прилади хемотроніки. Електрохімічні та хемотронні діоди. Візуальні електрохімічні індикатори. Електрохімічні керовані опори (мімістри). Іоністри як конденсатори надвисокої ємності. Фізичні принципи молекулярної та діелектричної електроніки</p>
<p>Пр7 "Розрахунок параметрів оптоелектронних приладів"</p> <p>Розрахунок електричних параметрів фотодіода і лавинного діода</p>
<p>Пр8 "Визначення оптичних параметрів фотоелектронних приладів"</p> <p>Розрахунок фотоструму, коефіцієнта множення, ефективності, квантового виходу</p>
<p>Лб13 "Дослідження характеристик резисторної оптопари"</p> <p>Отримання робочих характеристик резисторної оптопари. Побудова залежності опору фоторезистора від вхідної напруги</p>
<p>Лб14 "Вимірювання коефіцієнта передачі струму діодної оптопари"</p> <p>Вивчення фізичних процесів та конструктивно-технологічних особливостей діодної оптопари, освоєння методики вимірювання коефіцієнта передачі струму.</p>

ЛБ15 "Дослідження робочих параметрів і характеристик світловопромінювальних діодів" Вивчення класифікації, основних параметрів і характеристик світлодіодів; дослідження вольт-амперних характеристик світлодіодів різних типів
ЛБ16 "Захист лабораторних робіт" Захист лабораторних робіт у письмовій формі

## 7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Виконання лабораторних робіт
НД2	Виконання практичних завдань
НД3	Написання та захист курсової роботи
НД4	Підготовка до лабораторного заняття
НД5	Розв'язання практичних завдань за допомогою онлайн-технологій
НД6	Робота з підручниками та релевантними інформаційними джерелами

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Практико-орієнтоване навчання
МН3	Пошукова лабораторна робота
МН4	Кейс-метод
МН5	Метод демонстрацій

Лекції (Лк), Практичні роботи (Пр), Лабораторні роботи (Лб)

Під час проведення занять аспіранти отримують навички комунікації, лідерства, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, креативність.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$

Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Експрес-тестування
МФО2	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань
МФО3	Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами
МФО4	Перевірка результатів проведення результатів досліджень на лабораторних заняттях

### 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Підготовка конспекту за матеріалом лекційного заняття
МСО2	Виконання завдань на практичних
МСО3	Звіт за результатами виконання лабораторних робіт
МСО4	Захист лабораторних робіт
МСО5	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО6	Написання та захист курсової роботи
МСО7	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:

<b>1 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Підготовка конспекту за матеріалом лекційного заняття		<b>16</b>
	16x1	16
МСО2. Виконання завдань на практичних		<b>8</b>
	8x1	8
МСО3. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		<b>14</b>
	14x1	14
МСО4. Захист лабораторних робіт		<b>10</b>
	2x5	10
МСО5. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		<b>12</b>
	2x6	12
МСО7. Підсумковий контроль: екзамен		<b>40</b>
		40

Контрольні заходи в особливому випадку:



Курсова робота:

<b>1 семестр</b>	<b>100 балів</b>
МСО6. Написання та захист курсової роботи	<b>100</b>
	100

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН2	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН3	Лабораторне обладнання (хімічне, фізичне, медичне, матеріали та препарати тощо)
ЗН4	Прилади (вимірювальні, мобільні міні-лабораторії тощо)

### 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Матвієнко М.П. Основи електроніки. Підручник.– К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 364 с.
2	Гамола О.Є., Коруд В.І., Стахів П.Г. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки. Навчальний посібник для ВНЗ (рекомендовано МОН України). – К.: Магнолія. – 2021. – 225 с.
3	Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навчальний посібник / Л. В. Одноворець, І. М. Пазуха. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 196 с.
4	Крилик Л. В. Матеріали електронної техніки: навч. посібник / Л. В. Крилик, О. О. Селецька. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 120 с.
5	Проценко І. Ю. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки (практикуми) : навч. посібник / І. Ю. Проценко, Л. В. Одноворець. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 231 с.
<b>Допоміжна література</b>	
1	Основи електротехніки, електроніки та мікропроцесорної техніки: навчальний посібник / В.Ф.Болюх, В.Г.Данько, Є.В.Гончаров.–НТУ «ХПІ». – Харків: Планета-Прінт, 2019. – 248 с.