

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Інтегральна і функціональна мікроелектроніка
<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>	Ододворець Лариса Валентинівна
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Тривалість вивчення навчальної дисципліни</b>	один семестр
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 1 кред. ЄКТС, 30 год. становить курсова робота. Для денної форми навчання 48 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 16 год. практичних занять), 102 год. 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>	Твердотільна електроніка
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

### 3. Мета навчальної дисципліни

Формування у здобувачів поглиблених теоретичних та практичних знань, умінь та розуміння в області мікроелектроніки, що дасть їм можливість ефективного виробництва і експлуатації електронних систем, у тому числі сенсорів різного функціонального призначення, оптоелектронних і волоконно-оптичних систем зв'язку.

### 4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Електроніка як наука. Інтегральна мікроелектроніка</p> <p>Електроніка як наука. Основні цілі і напрями розвитку сучасної електроніки. Енергоефективні технології в портативній, гнучкій та мобільній електроніці. Використання екологічно чистих матеріалів в функціональних мікроелектронних системах. Основні терміни та положення мікроелектроніки. Класифікація, характеристика і система умовних позначень інтегральних мікросхем (ІМС). Типи конструкцій та структура напівпрвідникових інтегральних мікросхем (НІМС). Контактні явища в мікроелектронних структурах. Ізоляція елементів у НІМС. Підкладки ІМС та вимоги до них. Півкові та гібридні ІМС.</p>
<p>Тема 2 Прилади і системи функціональної мікроелектроніки</p> <p>Оптоелектронні прилади і системи. Волоконно-оптичні лінії зв'язку. Енергоефективність та екологічність оптоелектронних та волоконно-оптичних систем. Магнітоелектроніка. Хемотроніка. Тверді електроліти в джерелах живлення. Елементи портативної, мобільної та гнучкої електроніки.</p>
<p>Тема 3 Напівпровідникові компоненти електроніки</p> <p>Класифікація напівпровідникових матеріалів за функціональним призначенням в мікроелектроніці. Фізичні ефекти в напівпровідникових матеріалах: ефект Ганна, ефект Холла, фотоелектричний ефект. Кристалічні і аморфні НП. Немагнітні і магнітні НП. Кремній як базовий матеріал інтегрованої і функціональної мікроелектроніки. Напівпровідникові сполуки, тверді розчини. Напівпровідникові матеріали для геліоенергетики. Напівпровідникові діоди. Біполярні та польові транзистори. Тиристори.</p>
<p>Тема 4 Мікроелектронні прилади і системи спеціального призначення</p> <p>Варистор. Стабістор. Варактор. Стабілітрон. Тиристори: диністор, тріак. Тиристорні схеми в системах електроенергетики для безконтактного вимірювання високих струмів і напруг</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Вимірювати та розраховувати параметри електронних систем і компонент; експериментально досліджувати процеси в електроніці та технології електронної промисловості
РН2	Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок
РН3	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.
ПР8	Здійснювати та координувати розробку, підбір, використання та модернізацію необхідного обладнання, інструментів і методів при організації виробничого процесу з урахуванням технічних та технологічних можливостей, сучасних наукоємних методів, засобів та технічних рішень.
ПР14	Досліджувати електронні процеси в функціональних матеріалах мікро- і наноелектроніки з використанням сучасних програмних засобів моделювання та автоматизації інженерних розрахунків, проведення вимірювань та наукових експериментів з комп'ютерною обробкою і аналізом результатів.

## 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
СН2	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
СН3	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СН4	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

## 8. Види навчальних занять

<b>Тема 1. Електроніка як наука. Інтегральна мікроелектроніка</b>	
Лк1	"Інтегральна електроніка. Типи конструкцій та структура напівпровідникових інтегральних мікросхем (НІМС)" (денна) Електроніка як наука. Основні напрями розвитку сучасної електроніки. Енергоєфективні технології в портативній, гнучкій та мобільній електроніці. Використання екологічно чистих матеріалів в функціональних мікроелектронних системах. Основні терміни та положення мікроелектроніки. Класифікація, характеристика і система умовних позначень Структура і типи елементів напівпровідникових інтегральних мікросхем (НІМС). Напівпровідникові резистори, конденсатор. Індуктивність в НІМС
Лк2	"Типи контактів та ізоляція елементів в НІМС" (денна) Контактні явища в мікроелектронних структурах. Контакти типу метал-метал, метал-напівпровідник, метал-діелектричк. Характеристики випрямного контакту метал-напівпровідник. Діод і транзистор Шотткі: висока швидкодія, енергоєфективність.
Лк3	"Підкладки ІМС та вимоги до них" (денна) Вимоги до підкладок плівкових та гібридних інтегральних мікросхем. Типи та сучасні матеріали підкладок ІМС

<p>Лк4 "Конструктивно-технологічні особливості елементів плівкових та гібридних інтегральних мікросхем" (денна)</p> <p>Загальна характеристика плівкових і гібридних ІМС. Плівкові резистори, конденсатори, індуктивні елементи. Плівкові матеріали провідників і контактних площадок</p>
<p>Пр1 "Елементи плівкових ІМС" (денна)</p> <p>Розрахунок параметрів плівкових конденсаторів та котушок індуктивності</p>
<p>Пр2 "Елементи плівкових ІМС" (денна)</p> <p>Розрахунок параметрів і конструкції плівкового резистора</p>
<p><b>Тема 2. Прилади і системи функціональної мікроелектроніки</b></p>
<p>Лк5 "Прилади оптоелектроніки: джерела і приймачі випромінювання" (денна)</p> <p>Оптоелектроніка як галузь електроніки. Джерела випромінювання: мікромініатюрні лампи накаливання, електролюмінесцентні комірки, світловипромінювальні діоди і лазери. Приймачі випромінювання: фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристри. Енергоефективність та екологічність світлодіодів та волоконно-оптичних систем.</p>
<p>Лк6 "Конструктивно-технологічні особливості і галузі застосування оптронів" (денна)</p> <p>Класифікація оптопар. Характеристики і параметри резисторної, діодної, транзисторної та тиристорної оптопар</p>
<p>Лк7 "Волоконна оптика." (денна)</p> <p>Волоконна оптика як сучасна галузь оптоелектроніки. Поняття оптоволокна, хвилевода, оптоволоконного кабелю. Матеріали оптичних середовищ. Принципи передачі світлових сигналів по оптоволокну</p>
<p>Лк8 "Волоконно-оптичні лінії зв'язку" (денна)</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>Лк9 "Магнітоелектроніка" (денна)</p> <p>Поняття циліндричних магнітних доменів. Магніторезистори. Магнітодіоди. Магніотранзистори. Магніотиристри.</p>
<p>Лк10 "Хемотроніка. Молекулярна і діелектрична електроніка" (денна)</p> <p>Прилади хемотроніки. Електрохімічні та хемотронні діоди. Візуальні електрохімічні індикатори. Електрохімічні керовані опори (мімістори). Іоністри як конденсатори надвисокої ємності. Тверді електроліти. Фізичні принципи молекулярної та діелектричної електроніки.</p>
<p>Пр3 "Розрахунок параметрів оптоелектронних приладів" (денна)</p> <p>Розрахунок електричних параметрів фотодіода і лавинного діода</p>

<p>Пр4 "Визначення оптичних параметрів фотоелектронних приладів" (денна) Розрахунок фотоструму, коефіцієнта множення, ефективності, квантового виходу</p>
<p>С36 "Волоконно-оптичні лінії зв'язку" (денна) Підготовка презентації та доповідь (до 10 хвилин) за темами: Оптоволокно. Методи введення світла в оптоволокно. Волоконно-оптичні лінії зв'язку. Оптоволоконні датчики і електронні системи. Галузі застосування оптоволоконних систем.</p>
<p><b>Тема 3. Напівпровідникові компоненти електроніки</b></p>
<p>Лк11 "Електричні властивості матеріалів електроніки різних типів" (денна) Власна електронна та діркова електропровідність. Розрахунок електричних параметрів p-n-переходу в умовах рівноваги та зовнішнього зміщення</p>
<p>Лк12 "Транзистори: біполярні та польові" (денна) Біполярні транзистори. багатомітерні і багатоколекторні транзистори. Польові транзистори. Температурна залежність параметрів і характеристик. Статичні і динамічні робочі характеристики.</p>
<p>Лк13 "Напівпровідникові діоди в інтегральній електроніці" (денна) Класифікація напівпровідникових діодів. Випрямні та імпульсні діоди. Тунельні діоди. Діоди Ганна. Діоди Шоттки.</p>
<p>Лк14 "Лазерні діоди в електронних інформаційних системах" (денна) Структура і фізичні основи роботи лазерних діодів. Конструктивно-технологічні особливості лазерних діодів різних типів. Галузі застосування.</p>
<p>Пр6 "Електричні властивості напівпровідників" (денна) Розрахунок електронної і діркової електропровідності та рухливості зарядів в напівпровідниках. Порівняння величини провідності, визначеної шляхом вимірювання електричних параметрів p-n-діода</p>
<p>Пр7 "Транзистори як компоненти функціональної електроніки" (денна) Визначення з використанням віртуального експерименту параметрів, характеристик та їх температурної залежності транзисторів різних типоміналів</p>
<p><b>Тема 4. Мікроелектронні прилади і системи спеціального призначення</b></p>
<p>Лк15 "Тиристоры як електронні прилади спеціального призначення" (денна) Структура, конструкція, параметри, робочі схеми тиристорів. Галузі застосування тиристорів.</p>
<p>Лк16 "Прилади спеціального призначення для електронних систем" (денна) Варистор. Варикап. Стабістор. Стабілізація напруги і струму.</p>

С311 "Тиристори та схеми на їх основі" (денна)

Підготовка презентації та доповіді (до 10 хв.) з питання щодо тиристорів, конструкції, виготовлення, параметрів та галузей застосування. Тиристорні схеми в системах електроенергетики для безконтактного вимірювання високих струмів і напру

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Практико-орієнтоване навчання
МН2	Мобільне навчання
МН3	Навчання на основі досліджень (RBL)

Лекції (Лк), Практичні роботи (Пр), курсова робота

Лекції надають здобувачам матеріали з сучасних конструктивно-технологічних та науково-дослідних досягнень в галузі мікроелектроніки, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН 1, РН 2, РН 3). Лекції доповнюються лабораторними заняттями, де використовується контексте навчання, що надає студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практиці (РН 1, РН 2, РН 3, РН 4). Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій, практичних занять та доповідей, що дозволить здобувачам освіти досягти навичок критичного мислення, швидкого критичного читання, спостереження, синтезу та аналізу, дисциплінованості (РН 3, РН 4).

### 9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка курсової роботи
НД2	Виконання практичних завдань
НД3	Електронне навчання у системі МІХ СумДУ

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. 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 мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$21 \leq RD < 59$

Можливе одноразове повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 20$
---------------------------------------	------------------	------------------

### 10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Експрес-тестування	Проведення тестів	1 раз на місяць	Робота через МІХ
МФО2 Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань	Консультації викладача при підготовці курсової роботи	1 раз на тиждень	Обговорення із студентами
МФО3 Перевірка та оцінювання письмових завдань	Викладач перевіряє письмові завдання та оцінює їх	1 раз на тиждень	Завантаження через МІХ

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Написання та захист курсової роботи	Курсова робота є невід'ємною частиною навчального плану підготовки фахівця. Метою підготовки курсової роботи є закріплення та поглиблення знань, одержаних студентом під час вивчення дисципліни. Курсова робота є важливим етапом підготовки магістра до майбутньої професійної діяльності, оскільки в ході її виконання здобувачі набувають досвіду комплексного вирішення конкретного фахового завдання.	До кінця осіннього семестру	Курсова робота
МСО2 Виконання завдань на практичних	Робота на практичних заняттях	Згідно розкладу	Завантаження виконаних завдань через МІХ
МСО3 Звіт за результатами виконання практичних робіт	Розв'язання задач, підготовка презентацій, виконання творчих завдань	Згідно розкладу	Задачі, презентації, творчі завдання через МІХ

МСО4 Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)	Проведення проміжного тестового контролю знань	Згідно графіку атестацій	Відповіді на тестові завдання в МІХ
---	--	--------------------------	-------------------------------------

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
<b>Перший семестр вивчення</b>		<b>100 балів</b>	
МСО2. Виконання завдань на практичних		<b>40</b>	
	8x5	40	Ні
МСО3. Звіт за результатами виконання практичних робіт		<b>30</b>	
	3x10	30	Ні
МСО4. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		<b>30</b>	
	2x15	30	Ні

Курсова робота:

		Максимальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
<b>Перший семестр вивчення</b>		<b>100 балів</b>	
МСО1. Написання та захист курсової роботи		<b>100</b>	
		100	Ні

Перевірка практичних завдань, презентації, звіти, атестаційні заходи

Оцінювання курсової роботи згідно регламента

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

ЗН1	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН2	Мультимедіа, проектор, екран, 10 комп'ютерів, оснащених ліцензійними пакетами прикладного програмного забезпечення Multisim та WorkBench.
ЗН3	Лабораторні стенди для вимірювання параметрів і характеристик діодів і транзисторів



ЗН4	Прилади: цифровий осцилограф, мультиметри
-----	---

## 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	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.
2	Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навчальний посібник / Л. В. Однорець, І. М. Пазуха. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 196 с.
3	Проценко І. Ю. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки (практикуми) : навч. посібник / І. Ю. Проценко, Л. В. Однорець. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 231 с.
4	Трубцін К.В., Побєдаш К.К. Промислова електроніка. - 2022. - Київ: НУТ "КПІ ім. І.Сікорського". - 228 с.
<b>Допоміжна література</b>	
1	Матвієнко М.П. Основи електроніки. Підручник.– К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 364 с.
2	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.
3	Крилик Л. В. Матеріали електронної техніки: навч. посібник / Л. В. Крилик, О. О. Селецька. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 120 с.
4	Maurizio Di Pado Emilio Microelectronicis from fundamentals to applied design. - Springer Book. - 2016. - 118 p.
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
1	Однорець Л.В., Пазуха І.М. Основи мікроелектроніки. Електронний навчальний ОСW курс, 2016. - <a href="https://elearning.sumdu.edu.ua/works/2146/nodes/372055">https://elearning.sumdu.edu.ua/works/2146/nodes/372055</a> .
2	<a href="https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku">https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku</a>

## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Програма навчальної дисципліни	Усього годин	Навчальна робота, аудиторних годин				Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин					
			Усього, ауд. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Усього, год.	Самостійне опрацювання матеріалу	Підготовка до практичних занять	Підготовка до лабораторних робіт	Підготовка до контрольних заходів	Виконання самостійних позааудиторних завдань
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>денна форма навчання</b>												
1	Електроніка як наука. Інтегральна мікроелектроніка	15	12	8	4	0	3	2	1	0	0	0
2	Прилади і системи функціональної мікроелектроніки	22.5	18	12	6	0	4.5	3	1.5	0	0	0
3	Напівпровідникові компоненти електроніки	15	12	8	4	0	3	2	1	0	0	0
4	Мікроелектронні прилади і системи спеціального призначення	7.5	6	4	2	0	1.5	1	0.5	0	0	0
<b>Контрольні заходи</b>												
1	диференційний залік	6	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0
<b>Індивідуальні завдання</b>												
1	курсowa робота	30	0	0	0	0	30	0	0	0	0	30
2	інші індивідуальні завдання	54	0	0	0	0	54	0	0	0	0	54
<i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>48</i>	<i>32</i>	<i>16</i>	<i>0</i>	<i>102</i>	<i>8</i>	<i>4</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>84</i>