

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Інтегральна і функціональна мікроелектроніка
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)	Однодворець Лариса Валентинівна
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	24 тижнів протягом 1-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 1 кред. ЄКТС, 30 год. становить курсова робота. Для денної форми навчання 56 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 24 год. практичних занять), 94 год. становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньо-наукової програми "Електронні інформаційні системи"
Передумови для вивчення дисципліни	Базові знання з твердотільної електроніки
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Формування у здобувачів поглиблених теоретичних та практичних знань, умінь та розуміння в області електроніки, що дасть їм можливість ефективного виробництва і експлуатації електронних систем, у тому числі інтегральних мікросхем, а також приладів і систем функціональної електроніки та волоконно-оптичних ліній зв'язку.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Інтегральна мікроелектроніка Основні терміни та положення мікроелектроніки. Класифікація, характеристика і система умовних позначень інтегральних мікросхем (ІМС). Типи конструкцій та структура напівпровідникових 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>Тема 2 Прилади і системи функціональної мікроелектроніки</p> <p>Оптоелектронні прилади і системи. Волоконно-оптичні лінії зв'язку. Прилади оптоелектроніки та інтегральної оптики як енергозберігаючі, екологічні та безпечні системи. Магнітоелектроніка. Акустоелектроніка. Хемотроніка. Елементи гнучкої електроніки.</p>
<p>Тема 3 Напівпровідникові компоненти електроніки</p> <p>Фізичні основи функціональної електроніки. Класифікація напівпровідникових матеріалів за функціональним призначенням в мікроелектроніці. Напівпровідникові діоди. Біполярні та польові транзистори.</p>
<p>Тема 4 Мікроелектронні прилади і системи спеціального призначення</p> <p>Варистор. Стабістор. Варактор. Стабілітрон. Тиристори: диністор, триак.</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	Проводити аналіз, структурування та узагальнення сучасних наукових знань 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
РН4	Проводити експериментальні дослідження фізичних процесів в матеріалах електроніки та удосконалення технологій електронної промисловості

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 171 Електроніка:

ПР4	Розробляти маловідходні, енергозберігаючі та екологічно чисті технології з урахуванням вимог безпеки життєдіяльності людей, раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.
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.

ПР16	Досліджувати електронні процеси та властивості функціональних нанорозмірних матеріалів мікро- і сенсорної електроніки з використанням сучасних програмних засобів моделювання та автоматизації розрахунків, проведення наукових експериментів з комп'ютерною обробкою і аналізом даних.
ПР17	Проектувати, оцінювати та впроваджувати у виробництво електронні, сенсорні, волоконно-оптичні прилади і системи та програмне забезпечення для них з урахуванням вимог надійності, економічності, екологічності та енергозбереження.

7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СН4	Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
СН5	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

8. Види навчальних занять

Тема 1. Інтегральна мікроелектроніка	
Лк1 "Типи конструкцій та структура напівпровідникових інтегральних мікросхем (НІМС)" (денна)	Структура і типи елементів НІМС. Напівпровідникові резистори, конденсатор. Індуктивність в НІМС
Лк2 "Типи контактів та ізоляція елементів в НІМС" (денна)	Контактні явища в мікроелектронних структурах. Характеристики випрямного контакту метал-напівпровідник. Діод і транзистор Шотткі
Лк3 "Підкладки ІМС та вимоги до них" (денна)	Вимоги до підкладок плівкових та гібридних інтегральних мікросхем. Типи та матеріали підкладок
Лк4 "Конструктивно-технологічні особливості елементів плівкових та гібридних інтегральних мікросхем" (денна)	Загальна характеристика плівкових і гібридних ІМС. Плівкові резистори, конденсатори, індуктивні елементи. Плівкові матеріали провідників і контактних площадок
Пр1 "Елементи плівкових ІМС" (денна)	Розрахунок параметрів плівкових конденсаторів та котушок індуктивності
Пр2 "Елементи плівкових ІМС" (денна)	Розрахунок параметрів і конструкції плівкового резистора
Тема 2. Прилади і системи функціональної мікроелектроніки	

<p>Лк5 "Прилади оптоелектроніки: фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристри, фотоелементи" (денна)</p> <p>Оптоелектроніка як галузь електроніки. Оптрон. Фоторезистори. Фотодіоди. Фототранзистори. Фототиристри.</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 кабеля. 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. Магніодіоди. 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 (мімістри). Іоністри як конденсатори надвисокої ємності. 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)</p> <p>Розрахунок фотоструму, коефіцієнта множення, ефективності, квантового виходу</p>
<p>Пр5 "Ефект Холла у напівпровідниках" (денна)</p> <p>Вивчення процесів взаємодії рухомих носіїв струму у напівпровіднику з магнітним полем та визначення сталої Холла залежно від типу напівпровідника</p>
<p>С36 "Волоконно-оптичні лінії зв'язку" (денна)</p> <p>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>Тема 3. Напівпровідникові компоненти електроніки</p>

<p>Лк11 "Електричні властивості матеріалів електроніки різних типів" (денна)</p> <p>Власна електронна та діркова електропровідність. Розрахунок електричних параметрів p-n-переходу в умовах рівноваги та зовнішнього зміщення. Діодна математична модель для апроксимації дійсної поведінки реальних діодів в електронних схемах.</p>
<p>Лк12 "Транзистори: біполярні та польові" (денна)</p> <p>Біполярні транзистори. багатомітерні і багатоколекторні транзистори. Польові транзистори. Температурна залежність параметрів і характеристик. Статичні і динамічні робочі характеристики. Модель Гумеля-Пуна для біполярних транзисторів</p>
<p>Лк13 "Напівпровідникові діоди в інтегральній електроніці" (денна)</p> <p>Класифікація напівпровідникових діодів. Випрямні та імпульсні діоди. Тунельні діоди. Діоди Ганна. Діоди Шоттки. Діодна модель Шоклі. Явне та ітераційне рішення.</p>
<p>Лк14 "Лазерні діоди в електронних інформаційних системах" (денна)</p> <p>Структура і фізичні основи роботи лазерних діодів. Конструктивно-технологічні особливості лазерних діодів різних типів. Галузі застосування. Ідеальна модель діода з посідовним джерелом напруги.</p>
<p>Пр7 "Електричні властивості напівпровідників" (денна)</p> <p>Розрахунок електронної і діркової електропровідності та рухливості зарядів в напівпровідниках</p>
<p>Пр8 "Електричні властивості матеріалів електроніки різних типів" (денна)</p> <p>Визначення електричних параметрів p-n-переходу в умовах рівноваги та зовнішнього зміщення. Порівняння параметрів діода, розрахованих на основі одновимірної моделі, і параметрів, виміряних з використанням приладів</p>
<p>Пр9 "Транзистори як компоненти функціональної електроніки" (денна)</p> <p>Визначення з використанням віртуального експерименту параметрів, характеристик та їх температурної залежності транзисторів різних типоміналів</p>
<p>Пр10 "Робочі характеристики напівпровідникових діодів" (денна)</p> <p>Вимірювання з використанням віртуального експерименту параметрів і характеристик діодів різних типоміналів.</p>
<p>Тема 4. Мікроелектронні прилади і системи спеціального призначення</p>
<p>Лк15 "Тиристоры як електронні прилади спеціального призначення" (денна)</p> <p>Структура, конструкція, параметри, робочі схеми тиристорів. Галузі застосування тиристорів.</p>
<p>Лк16 "Прилади спеціального призначення для електронних систем" (денна)</p> <p>Конструктивно-технологічні особливості варистора, варикапу, стабістора та фізичні процеси в них. Принцип роботи схем для стабілізації напруги і струму.</p>

Пр12 "Параметри і характеристики стабілітронів" (денна) Розрахунок параметрів стабілітронів та схем на їх основі
СЗ11 "Тиристори та схеми на їх основі" (денна) Підготовка презентації та доповіді (до 10 хв.) з питання щодо тиристорів, конструкції, виготовлення, параметрів та галузей застосування

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)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

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, завантаження роботи і презентації доповіді на електронну пошту керівника або через МІХ
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	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
1 семестр		100 балів		
МСО2. Виконання завдань на практичних		40		
	8x5	40	Не передбачено	Ні
МСО3. Звіт за результатами виконання практичних робіт		30		
	3x10	30	Не передбачено	Ні
МСО4. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		30		
	2x15	30	Не передбачено	Ні

Курсова робота:

		Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
1 семестр		100 балів		
МСО1. Написання та підсуикова доповідь за результатами курсової роботи		100		
		100	60	Ні

Перевірка практичних завдань, презентації, звіти, атестаційні заходи

Критерії оцінки курсової роботи (КР):

I. Оцінка «відмінно» (90-100% максимальної кількості балів). Якість роботи повинна відповідати таким вимогам:

- 1) актуальність і достовірність поданої у КР інформації;
- 2) дотримання вимог щодо змісту та оформлення структурних частин роботи.
- 3) вільне володіння змістом роботи (доповідь), високий рівень презентації результатів (презентація), чітке розуміння суті обраної проблеми;
- 4) повне знання відповідного матеріалу, публікацій з обраної тематики, проаналізованих в КР.

II. Оцінка «добре» (74-89 % від максимальної кількості балів). Якість роботи повинна відповідати таким вимогам:

якщо наявний хоча б один із зазначених нижче пунктів:

- 1) актуальність і достовірність поданої у КР інформації;
- 2) дотримання вимог щодо змісту та оформлення структурних частин роботи, але з деякими помилками.
- 3) достатнє володіння змістом роботи (доповідь), якісне представлення результатів (презентація), розуміння суті обраної проблеми;
- 4) часткове знання відповідного матеріалу, публікацій з обраної тематики, проаналізованих в КР.

III. Оцінка «задовільно» (60-73% від максимальної кількості балів) ставиться, якщо якщо наявний хоча б один із зазначених нижче пунктів:

- 1) неактуальність або застарілість поданої у КР інформації;
- 2) недотримання вимог щодо змісту та оформлення структурних частин КР;
- 3) недостатнє володіння змістовною частиною роботи (доповідь).
- 4) неякісне або неповне представлення результатів КР (презентація).

VI. Оцінка «незадовільно» (0-59% від максимальної кількості балів) визначається у випадку, якщо наявний хоча б один із зазначених нижче пунктів:

- 1) відсутність курсової роботи;
- 2) недостовірність поданої у роботі інформації, плагіат;
- 3) при розкритті змісту КР зроблені суттєві помилки під час доповіді;
- 4) характер відповідей дає підставу стверджувати, що здобувач, неправильно зрозумів тематику, мету та задачі роботи і тому не відповідає на питання по суті, припустився грубих помилок у змісті відповіді.

Здобувач не допускається до атестації, якщо робота містить плагіат або фальсифікацію результатів або здобувачем виконано менше 60 % практичного індивідуального завдання.

Підведення підсумків КР відбувається у вигляді підсумкової доповіді з презентацією за результатами роботи.

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	Стенди для вимірювання параметрів і характеристик електронних систем
ЗН4	Прилади: цифровий осцилограф, мультиметри

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
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. Одноворець, 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. Одноворець. – 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.
Допоміжна література	
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.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	Одноворець Л.В. Інтегральна і функціональна мікроелектроніки. Дистанційний курс на платформі MIX https://mix.sumdu.edu.ua/study/course/14065