

# Залорізька державна інженерна академія

(повне найменування вищого навчального закладу)

## Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій

(повне найменування факультету, до якого належить кафедра – розробник програми)

## Кафедра мікроелектронних інформаційних систем

(повне найменування кафедри – розробника програми)



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету ЕЕІТ

(скорочена назва факультету)

Коваленко В.Л.

(ПІБ)

“ 16 ” жовтня 2018 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Мікроелектронні пристрої»

(назва навчальної дисципліни)

галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування

(шифр та найменування галузі знань)

спеціальність: 153 Мікро- та наносистемна техніка

(код та найменування спеціальності)

освітньо –  
кваліфікаційний  
рівень:

другий (магістерський)

за освітньою програмою: Мікроелектронні інформаційні системи

(назва освітньої програми (для ОКР магістр))

2018

Робоча програма навчальної дисципліни «Мікроелектронні пристрої» для студентів, що навчаються за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» і освітньою програмою «Мікроелектронні інформаційні системи» підготовки другого (магістерського) освітньо-кваліфікаційного рівня.

Розробник: Небеснюк О.Ю., доцент каф. МЕІС, к.т.н.

  
(підпис)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри мікроелектронних інформаційних систем

Протокол від “13” вересня 2018 року № 1

Завідувач кафедри мікроелектронних інформаційних систем

  
(підпис)

(проф. Хрипко С.Л.)

© ЗДІА, 2018 рік

© О.Ю. Небеснюк, 2018 рік

### 1.Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування	За вибором	
Модулів – 4	(шифр і назва)		
Індивідуальне науково-дослідне Завдання	Спеціальність:  153 Мікро- та наносистемна техніка	Рік підготовки	
		1-й	1-й
		Семестр	
		2-й	2-й
(назва)			
Загальна Кількість годин –	120	Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання:	10	24 год.	8 год.
	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>магістр</u>	Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		12 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		84 год.	108год.
		Індивідуальні завдання: год.	
		Вид контролю:	
		іспит.(2-й сем.)	іспит.(2-й сем.)

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою** викладання дисципліни «Мікроелектронні пристрої» є надання знань про інтегральні напівпровідникові пристрої: їх будову, особливості проектування та розробки, контроль параметрів елементів ІМС, особливості застосування ІМС при побудові електричних принципових схем.

**Завданням** дисципліни є ознайомлення студентів з технологією, конструкцією, методами проектування та розробки різних типів інтегральних мікросхем (ІМС).

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- особливості формування та основні конструкції інтегральних структур, критерії їх якості та щільності, типи ізоляції елементів;
- основні характеристики і проектування (розрахунок) пасивних та активних елементів ІМС, характеристики діодів ІМС;
- теоретичний опис, моделі та режими роботи біполярних транзисторів ІМС. Їх топологічні, конструктивні і технологічні особливості;
- приклади застосування ІМС в електричних схемах різних пристроїв.

**вміти:**

- проводити контроль параметрів ІМС та їх складових елементів;
- проводити дослідження ВАХ елементів ІМС;
- застосувати ІМС для розробки електричних схем пристроїв.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1 – «Інтегральні мікросхеми»**

Тема 1. Визначення в галузі конструювання та виробництва ІМС.

Тема 2. Класифікація ІМС. Умовні позначення ІМС.

Тема 3. Засоби контролю ІМС.

Тема 4. Основні показники надійності.

### **Модуль 2 – «Напівпровідникові ІМС»**

Тема 5. Типи конструкцій та структура НІМС. Ізоляція елементів у НІМС

Тема 6. Транзистори у НІМС. Біполярні транзистори.

Тема 7. Діоди у напівпровідникових ІМС.

Тема 8. Напівпровідникові резистори. Напівпровідникові конденсатори.

Індуктивність у НІМС .

### **Модуль 3 - «Плівкові та гібридні інтегральні мікросхеми»**

Тема 9. Конструкція плівкових та гібридних ІМС.

Тема 10. Підкладки плівкових інтегральних мікросхем.

Тема 11. Плівкові резистори. Плівкові конденсатори.

Тема 12. Індуктивні елементи гібридних інтегральних мікросхем.

### **Модуль 4. Складання іспиту.**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усь го	у тому числі					усь го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с. р.		л	п	лаб	інд	с. р.
Модуль 1. «Інтегральні мікросхеми»												
Тема 1.	8	2		2		4	15	2		2		11
Тема 2.	7	2		2		3						
Тема 3.	8	2				6	15	2				13
Тема 4.	7	2				5						
Усього годин	30	8		4		18	30	4		2		24
Модуль 2 - «Напівпровідникові ІМС»												
Тема 5.	8	2				6	15	2				13
Тема 6.	7	2				5						
Тема 7.	8	2		2		4	15	2				13
Тема 8.	7	2		2		3						
Усього годин	30	8		4		18	30	4				26
Модуль 3 - «Плівкові та гібридні інтегральні мікросхеми»												
Тема 9.	8	2		2		2	15	2				13
Тема 10.	7	2				5						
Тема 11.	8	2		2		6	15	2				13
Тема 12.	7	2				5						
Усього годин	30	8		4		18	30	4				26
Модуль 4 - Іспит												
Усього годин	30					30	30					30
Усього годин	120	24		12		84	120	8		6		108

#### 5. Теми семінарських занять

№ модуля	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма

#### 6. Теми практичних занять

№ модуля	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма

## 7. Теми лабораторних занять

№ модуля	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма
1	Класифікація інтегральних мікросхем та система умовних позначень	2	2
1	Визначення типу електропровідності н/п кристалів і пластин	2	
2	Вимірювання поверхневого і питомого опору шарів напівпровідника	2	
2	Вимірювання статичних параметрів ІМС	2	
3	Дослідження статичних параметрів логічних мікросхем ТТЛ та КМОН	2	
3	Вимірювання параметрів напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем	2	2
	Разом	12	4

## 8. Самостійна робота

№ модуля	Назва теми	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР1	3	4
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР2 і захисту ЛР1.	3	4
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР2	3	-
1	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Конструктивні, технологічні і топологічні особливості МОН-транзисторів напівпровідникових ІМС.»	4	4
1	Підготовка до захисту матеріалу по модулю 1	4	12
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР3	3	3
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР4 і захисту ЛР3.	3	3
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР4	3	-
2	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Комплементарні вертикальні біполярні транзистори. Методи підвищення їх граничної частоти».	4	6
2	Підготовка до захисту матеріалу по модулю 2	4	12
3	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР5	4	4
3	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР5.	4	4

№ модуля	Назва теми	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
3	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Структура, технологія виготовлення та типи серійних ІМС з МДН транзисторами різного типу»	5	5
3	Підготовка до захисту матеріалу по модулю 3.	4	12
1-3	Підготовка до тестування за Т1-12	4	5
4	Підготовка до іспиту	30	30
	<b>Разом</b>	<b>84</b>	<b>108</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання пов'язанні з виконанням практичних завдань із розрахунку параметрів та конструкції (топології) транзисторів [2].

### 10. Методи навчання

При проведенні лекцій з дисципліни використовується поєднання таких наочних і словесних методів навчання як ілюстрація, розповідь, пояснення, демонстрація. Під час лабораторного практикуму використовуються методи роботи у групах, виконання стендових та розрахункових робіт.

### 11. Методи контролю

Оцінювання навчальних успіхів студентів реалізується шляхом проведення поточного та підсумкового контролю успішності. Поточний контроль здійснюється за тестовою методикою з отриманням оцінок, які характеризують рівень засвоєння студентами теоретичного матеріалу та бальною оцінкою якості виконання лабораторних робіт.

Передбачено, що для кожного модуля значення максимальної рейтингової оцінки складає 20 балів. Навчальним планом підготовки з дисципліни «Мікроелектронні пристрої» передбачена така форма проведення підсумкового контролю як іспит у формі усної відповіді на запитання білету, максимальне значення якого складає 40 балів.

Сумарний рейтинговий бал за вивчення дисципліни «Мікроелектронні пристрої» складає 100 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота	Модуль 1	T1	5
		T2	5
		T3	5
		T4	5
	Модуль 2	T5	5
		T6	5
		T7	5
		T8	5
		T9	5

	Модуль 3	T10	5
		T11	5
		T12	5
Підсумковий тест (іспит)			40
Сума			100

T1, T2 ... T12 – теми модулів 1-3.

#### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 - 89	B	добре	
74 - 81	C		
64 - 73	D	задовільно	
60 - 63	E		
35 - 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 - 34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

### 12.Перелік питань, які виносяться на екзамен

1. Шляхи розвитку сучасних мікроелектронних приладів і пристроїв.
2. Визначення в галузі конструювання та виробництва ІМС.
3. Класифікація ІС за ступенем інтеграції, за технологічними ознаками та функціональним призначенням.
4. Умовні позначення ІМС.
5. Засоби контролю ІМС.
6. Основні показники надійності.
7. Напівпровідникові і діелектричні підкладки напівпровідникових інтегральних схем.
8. Методи ізоляції елементів ІМС.
9. Конструкції, основні характеристики і розрахунок резистивних елементів напівпровідникових ІМС.
10. Конструкції, основні характеристики і розрахунок конденсаторів напівпровідникових ІМС.
11. Механізм роботи БТ. Структура, застосування.
12. Теоретичний опис і моделі біполярних транзисторів.
13. Вплив технологічних параметрів на електричні параметри і характеристики (коефіцієнт передачі струму емітера, теплові струми, ємності) біполярного транзистора.



14. Технологічні методи виготовлення біполярних транзисторів з високою швидкістю.
15. Особливості формування біполярних транзисторів для цифрових та підсилюючих ІС.
16. Біполярний транзистор з діодом Шотткі.
17. Розрахунок параметрів, структури та топології біполярних транзисторів.
18. Розрахунок параметрів, структури та топології діодних структур.
19. Діоди напівпровідникових ІМС. Паразитні ефекти в напівпровідникових ІМС. Температурна нестабільність резисторів.
20. Температурна нестабільність конденсаторів.
21. Типи конструкцій та структура НІМС.
22. Ізоляція елементів у НІМС
23. Транзистори у НІМС. Біполярні транзистори.
24. Діоди у напівпровідникових ІМС.
25. Напівпровідникові резистори.
26. Напівпровідникові конденсатори.
27. Індуктивність у НІМС .
28. Конструкція плівкових та гібридних ІМС.
29. Підкладки плівкових інтегральних мікросхем.
30. Плівкові резистори.
31. Плівкові конденсатори.
32. Індуктивні елементи гібридних інтегральних мікросхем.

### **13. Методичне забезпечення**

1. Небеснюк О.Ю. Мікроелектронні пристрої. - Методичні вказівки до лабораторних робіт [Текст]: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів ЗДІА за спеціальністю 153 “Мікро - та наносистемна техніка ”, 171 «Електроніка». / Небеснюк О.Ю., Ніконова А.О.- Запоріжжя. - ЗДІА.- 2018.-30с.
2. Небеснюк О.Ю. Мікроелектронні пристрої. -Методичні вказівки до самостійної роботи та контрольних робіт [Текст]: Методичні вказівки до самостійної роботи та контрольних робіт для студентів ЗДІА за спеціальністю 153 “Мікро - та наносистемна техніка ”, 171 «Електроніка». / Небеснюк О.Ю., Ніконова А.О., Ніконова З.А. - Запоріжжя. - ЗДІА.- 2018.- 15с.

### **14 Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Готра З.Ю. Технологія електронної техніки [Текст]: Львів: Львівська політехніка. 2010. - 884 с. - 1 прим.
2. Афтандіянц Є.Г. Наноматеріалознавство. [Текст] : Підручник / Є.Г. Афтандіянц , О.В.Зазимко, К.Г. Лопатько / Херсон.: Олді-плюс, 2015.- 550с.-1 прим.

3. Готра З.Ю. Фізичні основи електронної техніки / З. Ю. Готра, І. Є. Лопатинський, Б. А. Лукіянець, З. М. Микитюк. [Текст]: Львів : «Бескид Біт», 2004.-554 с. – 2прим.
4. Цмоль В.П. Молекулярна фізика.- [Текст]: Навчальний посібник для студентів університетів/ В.П. Цмоль. – Дрогобицький державний педагогічний університет ім. І Франка.-Дрогобич: Коло, 2015. - 360с. -1 прим.
5. Ким Е.Н. Математические модели тепловых процессов в электрических контактах [Текст] :/ Е.Н. Ким, В.Т. Омельченко, С.Н.Харин.-Алма-Ата .- 2017. - 236с. .- 1 прим.
6. Готра З.Ю. Органічні нанорозмірні світловипромінювальні структури на основі низькомолекулярних матеріалів [Текст]: Монографія/ З.Ю.Готра, Д.Ю. Волинюк -Львів: Львівська політехніка. 2013. - 204 с. - 1 прим.
7. Готра З.Ю. Рідкокристалічна електроніка [Текст]: Монографія/ З.Ю.Готра, Р.Зелінський, З.Микитюк -Львів: Львівська політехніка. 2010. - 532 с. - 2 прим.
- 8.Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Кн.1 [Текст]:. Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. - 456с. .- 3 прим.
- 9.Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Кн.2. [Текст]: Пер. с англ. - М.: Мир, 1984.- 456с. .- 3 прим.
10. Готра З.Ю. Субмікронні та нанорозмірні структури електроніки [Текст]: Підручник / З.Ю.Готра, І Григорчак, Б.Лукіянець -Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Федьковича. -2014. - 840 с. - 1 прим.
11. Готра З.Ю. Нанoeлектроніка [Текст]: Науково-навчальне видання / З.Ю.Готра, І Григорчак, Б.Лукіянець -Львів: Львівська політехніка. -2009. - 344с. - 1 прим.
12. Готра З.Ю. Аналогова мікросхемотехніка вимірювальних та сенсорних пристроїв [Текст]: Монографія / З.Ю.Готра, В.Вуйчик, Р.Голяка, -Львів: Львівська політехніка. -1999. - 364с. - 5 прим.
13. Вісник національного університету «Львівська політехніка»№854 Інформаційні системи та мережі: Збірник наукових праць / под ред. Н.І.Чухрай, -Львів: Львівська політехніка. -2016. - 356с. - 1 прим.

#### Допоміжна

- 1.Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. [Текст]: - М.: Радио и связь, 1990. - 264с.
- 2.Крутякова М.Г, Чарыков Н.А., Юдин В.В. Полупроводниковые приборы и основы их проектирования [Текст]: . - М.: Радио и связь,1983. - 352с.
- 3.Закалик Л.І., Ткачук Р.А. Основи мікroeлектроніки. - Тернопіль: ТДТУ ім. Пулюя, 1988.-352с.
4. Николаев И.М., Филиппюк Н.А. Интегральные микросхемы. [Текст]: - М.: Радио и связь, 1992. - 424с.
- 5.Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. [Текст]: - М.: Высшая школа, 1991. - 352с.

6. Данилин В.Н., Кушниренко А.И., Петров Г.В. Аналоговые полупроводниковые интегральные схемы СВЧ. [Текст]: - М.: Радио и связь, 1985. - 193с.
7. Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы.- М.: Мир, 1988. - 583с.
8. Тейлор П. Расчёт и проектирование тиристоров .- М.: Энергаториздат, 1990. - 208с.
9. Антонетти П., Антониадис Д., Даттон Р., Оулдхем У. МОП-СБИС. Моделирование элементов и технологических процессов.- М.: Радио и связь, 1988. - 496с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Нанoeлектронная база информатики [Електронний ресурс] - статьи, обзоры, книги – 2016 – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/12180/1173/lecture/10520>. - Дата доступа: квітень 2016. – Назва з екрану.