

# ***Основи електроніки з елементами мікроелектроніки***

***НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК***

Видавництво ПП “Магнолія 2006”  
Львів 2025

**УДК 621.38+621.3.049.77 (075.8)**

**О-75**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

***Рецензенти:***

*Жуйков В. Я.* – доктор технічних наук, професор (Національний університет “Київський політехнічний інститут”)

*Мислович М. В.* – доктор технічних наук, професор (Інститут електродинаміки НАН України)

**Стахів П. Г., Коруд В. І., Гамола О. Є., Чернівчан В. Я., Мусихіна Н. П.**

Основи електроніки з елементами мікроелектроніки: Навчальний посібник. – Львів: “Магнолія 2006”, 2025. – 225 с.

**ISBN 966-8340-53-1**

У навчальному посібнику подано відомості про основні елементи сучасної електроніки та їх властивості. Наведено принципи побудови мікроелектронних схем, а також розглянуто роботу основних функціональних пристроїв електроніки.

Посібник містить приклади розрахунку та методичні вказівки до виконання лабораторного практикуму.

Для студентів неелектричних спеціальностей вищих навчальних закладів.

**УДК 621.38+621.3.049.77 (075.8)**

ISBN 966-8340-53-1

© Стахів П. Г., Коруд В. І., Гамола О. Є.,  
Чернівчан В. Я., Мусихіна Н. П., 2025  
© “Магнолія 2006”, 2025

# ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДНЄ СЛОВО</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1. НАПІВПРОВІДНИКОВІ ЕЛЕМЕНТИ</b> .....	7
1.1. Напівпровідникові діоди .....	8
1.2. Біполярні транзистори .....	13
1.3. Польові транзистори .....	17
1.4. Тиристори .....	20
1.5. Оптиелектронні елементи .....	23
<b>РОЗДІЛ 2. ВИПРОСТУВАЧІ ЗМІННОГО СТРУМУ ТА     ЗГЛАДЖУВАЛЬНІ ФІЛЬТРИ</b> .....	26
2.1. Некеровані однофазні випростувачі .....	30
2.2. Керовані однофазні випростувачі .....	33
2.3. Трифазні випростувачі .....	34
2.4. Згладжувальні фільтри .....	38
2.4.1. Пасивні згладжувальні фільтри .....	39
2.4.2. Активні згладжувальні фільтри .....	44
<b>РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОННІ КЛЮЧІ І СТАБІЛІЗАТОРИ НАПРУГИ</b> ..	47
3.1. Транзисторні електронні ключі .....	48
3.2. Тиристорні електронні ключі .....	50
3.3. Імпульсні перетворювачі .....	53
3.4. Стабілізатори напруги .....	55
3.4.1. Параметричні стабілізатори напруги .....	55
3.4.2. Компенсаційні стабілізатори напруги .....	59
<b>РОЗДІЛ 4. ІНВЕРТОРИ ТА ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЧАСТОТИ</b> ...	61
4.1. Умови режиму інвертування .....	61
4.2. Інвертори, ведені мережею .....	63
4.3. Автономні інвертори .....	65
4.3.1. Інвертори струму .....	67
4.3.2. Інвертори напруги .....	68
4.3.3. Резонансні інвертори .....	69

4.4. Перетворювачі частоти .....	72
4.4.1. Перетворювачі з безпосереднім зв'язком .....	73
4.4.2. Перетворювачі з проміжною ланкою .....	74
<b>РОЗДІЛ 5. ПІДСИЛЮВАЧІ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ .....</b>	<b>78</b>
5.1. Структура підсилювачів .....	78
5.2. Однокаскадні підсилювачі .....	80
5.3. Зворотні зв'язки в підсилювачах .....	86
<b>РОЗДІЛ 6. ОПЕРАЦІЙНІ ПІДСИЛЮВАЧІ .....</b>	<b>88</b>
6.1. Функціональні можливості операційних підсилювачів .....	88
6.2. Аналогові схеми на базі операційних підсилювачів .....	90
6.2.1. Масштабні інвертувальні підсилювачі .....	90
6.2.2. Масштабні неінвертувальні підсилювачі .....	92
6.2.3. Масштабні суматори .....	94
6.2.4. Інтегратори .....	95
6.2.5. Компаратори .....	97
<b>РОЗДІЛ 7. ГЕНЕРАТОРИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ .....</b>	<b>99</b>
7.1. Генератори гармонійних коливань .....	99
7.1.1. LC-генератори .....	101
7.1.2. RC-генератори .....	102
7.1.3. Стабілізація частоти коливань автогенераторів ...	104
7.2. Генератори імпульсів .....	106
7.2.1. Мультивібратори .....	109
7.2.2. Одновібратори .....	112
<b>РОЗДІЛ 8. ЛОГІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ТА ТРИГЕРИ .....</b>	<b>116</b>
8.1. Логічні елементи .....	116
8.2. Тригери .....	121
8.2.1. RS-тригери .....	122
8.2.2. D-тригери .....	124
8.2.3. JK-тригери .....	125
8.2.4. Лічильники імпульсів .....	126
8.2.5. Тригер Шмітта .....	127

## **ЗМІСТ**

---

<b>РОЗДІЛ 9. ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ІНФОРМАЦІЇ</b> .....	130
9.1. Аналогово-цифрові перетворювачі .....	131
9.2. Цифро-аналогові перетворювачі .....	132
<b>РОЗДІЛ 10. МІКРОПРОЦЕСОРИ</b> .....	136
10.1. Структура мікропроцесорів .....	136
10.2. Формування команд .....	140
<b>РОЗДІЛ 11. МІКРОЕЛЕКТРОНІКА. ІНТЕГРАЛЬНІ СХЕМИ</b> .....	144
11.1. Розвиток мікроелектроніки .....	144
11.2. Напівпровідникові (твердотілі) інтегральні схеми .....	151
11.2.1. <i>Виготовлення структури мікросхем</i> .....	153
11.2.2. <i>Нанесення тонких плівок</i> .....	159
11.2.3. <i>Способи формування масок</i> .....	161
11.3. Плівкові інтегральні схеми .....	169
11.4. Гібридні інтегральні схеми .....	172
11.5. Суміщені інтегральні схеми .....	173
11.6. Маркування інтегральних схем .....	176
<b>ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ</b> .....	182
<b>ДОДАТКИ</b> .....	215
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	223

## **ПЕРЕДНЄ СЛОВО**

*Сучасний рівень розвитку суспільства визначає стан використання електроніки та мікропроцесорної техніки. Тому сучасний фахівець будь-якої галузі повинен знати основні принципи функціонування пристроїв електроніки, які визначають роботу автоматизованих систем керування.*

*Матеріал навчального посібника відповідає програмі дисципліни “Електроніка та мікропроцесорна техніка” для студентів базового напрямку “Інженерна механіка” навчальних закладів III – VI рівнів акредитації. Крім того, навчальний посібник відповідає навчальним програмам відповідних напрямків у вищих закладах освіти I – III рівнів акредитації.*

*Структура матеріалу орієнтована на самостійну роботу студентів, де, крім короткого теоретичного пояснення, значну увагу приділено практичному застосуванню пристроїв електроніки. Особливо виділено питання мікроелектроніки, де розглянуто особливості виготовлення мікросхем.*

*Окремим розділом подано структуру та зміст лабораторного практикуму.*

*Автори вдячні рецензентам за зауваження та поради щодо змісту посібника.*

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Петро Григорович СТАХІВ  
Василь Іванович КОРУД  
Орест Євгенович ГАМОЛА  
Василь Ярославович ЧЕРНІВЧАН  
Наталя Павлівна МУСИХІНА

## **ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНІКИ З ЕЛЕМЕНТАМИ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ**

*Навчальний посібник*

Відповідальний за випуск В. М. Піча

Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Тип Таймс.  
Умовн. друк. арк. 13,08.

ПП “Магнолія 2006”  
, м. Львів-53, 79053, Україна.  
Тел.+380503701957; E-mail: magnol06@ukr.net  
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції:  
серія ДК № 2534 від 21.06.2006 року,  
видане Державним комітетом телебачення і радіомовлення України

Віддруковано в поліграфічному центрі ПП “Магнолія 2006”