

**П. Г. Стахів, В. І. Коруд, О. Є. Гамола**

**ОСНОВИ  
ЕЛЕКТРОНІКИ:  
функціональні елементи  
та їх застосування**

**ПІДРУЧНИК**

Видавництво ПП «Магнолія 2006»

ЛЬВІВ 2025

**УДК 621.38 (075.8)**  
**С 77**

*Затверджено Міністерством освіти і науки України*

*Рецензенти:*

*В.Я. Жуйков*, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет “Київський політехнічний інститут”  
*М.М. Юрченко*, доктор технічних наук, професор, Інститут електродинаміки НАН України

**Стахів П. Г., Коруд В. І., Гамола О. Є.**

**С 77** Основи електроніки: функціональні елементи та їх застосування. Підручник для студентів неелектротехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів. — Львів: «Магнолія 2006»; 2025. — 206 с.

**ISBN 966-7827-27-25 «Магнолія 2006»**

У підручнику подано основні властивості сучасних напівпровідникових елементів, їх принцип роботи та електричні характеристики. Розглянуто роботу функціональних елементів електроніки, подано рекомендації щодо їх практичного використання та основи розрахунку їх основних параметрів.

Для студентів неелектротехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

**УДК 621.38 (075.8)**

ISBN 966-8340-27-25

© Стахів П. Г., Коруд В. І., Гамола О. Є., 2017  
© Видавництво «Магнолія 2006», 2017

# ЗМІСТ

<b>Передмова</b> .....	7
<b>Вступ</b> .....	8
<b>Розділ 1. Елементи напівпровідникової електроніки</b> .....	10
1.1. Напівпровідникові діоди .....	11
1.2. Біполярні транзистори .....	15
1.3. Польові транзистори .....	19
1.4. Тиристори .....	21
1.5. Оптоелектронні елементи.....	24
<i>Приклади до розділу</i> .....	25
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	26
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	27
<b>Розділ 2. Електронні ключі</b> .....	29
2.1. Транзисторні електронні ключі.....	30
2.2. Тиристорні електронні ключі.....	31
2.3. Імпульсні перетворювачі.....	33
<i>Приклади до розділу</i> .....	34
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	37
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	37
<b>Розділ 3. Випростувачі змінного струму</b> .....	39
3.1. Некеровані однофазні випростувачі .....	42
3.2. Керовані однофазні випростувачі.....	44
3.3. Трифазні випростувачі .....	46
<i>Приклади до розділу</i> .....	49
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	50
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	51
<b>Розділ 4. Згладжувальні фільтри</b> .....	53
4.1. Пасивні згладжувальні фільтри .....	54
4.2. Активні згладжувальні фільтри .....	56
<i>Приклади до розділу</i> .....	58
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	60
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	60
<b>Розділ 5. Стабілізатори напруги</b> .....	63
5.1. Параметричні стабілізатори напруги.....	63

5.2. Компенсаційні стабілізатори напруги .....	66
<i>Приклади до розділу</i> .....	67
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	68
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	69
<b>Розділ 6. Підсилювачі електричних сигналів</b> .....	71
6.1. Структура підсилювачів .....	71
6.2. Однокаскадні підсилювачі .....	73
6.3. Зворотні зв'язки в підсилювачах .....	77
<i>Приклади до розділу</i> .....	78
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	80
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	80
<b>Розділ 7. Операційні підсилювачі</b> .....	83
7.1. Функціональні можливості операційних підсилювачів .....	83
7.2. Аналогові схеми на базі ОП .....	85
7.2.1. Масштабні інвертувальні підсилювачі .....	85
7.2.2. Масштабні неінвертувальні підсилювачі .....	86
7.2.3. Масштабні суматори.....	87
7.2.4. Інтегратори .....	89
7.2.5. Компаратори.....	90
<i>Приклади до розділу</i> .....	91
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	93
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	93
<b>Розділ 8. Генератори гармонійних коливань</b> .....	95
8.1. LC-генератори .....	97
8.2. RC-генератори .....	97
8.3. Стабілізація частоти коливань автогенераторів .....	98
<i>Приклади до розділу</i> .....	100
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	101
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	102
<b>Розділ 9. Генератори імпульсів</b> .....	104
9.1. Мультивібратори .....	107
9.2. Одновібратори.....	109
<i>Приклади до розділу</i> .....	111
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	112
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	113
<b>Розділ 10. Генератори лінійно-змінної напруги</b> .....	115

<i>Приклади до розділу</i> .....	119
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	120
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	120
<b>Розділ 11. Перетворювачі частоти</b> .....	123
11.1. Перетворювачі з безпосереднім зв'язком .....	124
11.2. Перетворювачі з проміжною ланкою .....	125
<i>Приклади до розділу</i> .....	127
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	128
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	128
<b>Розділ 12. Логічні операції та елементи</b> .....	130
<i>Приклади до розділу</i> .....	133
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	134
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	135
<b>Розділ 13. Тригери</b> .....	137
13.1. RS-тригери .....	138
13.2. D-тригери .....	139
13.3. JK-тригери .....	140
13.4. Тригери Шмітта .....	140
<i>Приклади до розділу</i> .....	141
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	143
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	143
<b>Розділ 14. Перетворювачі інформації</b> .....	145
14.1. Аналогово-цифрові перетворювачі .....	146
14.2. Цифрово-аналогові перетворювачі .....	147
<i>Приклади до розділу</i> .....	149
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	149
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	150
<b>Розділ 15. Інтегральні схеми</b> .....	152
<i>Приклади до розділу</i> .....	156
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	157
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	157
<b>Розділ 16. Компоненти мікропроцесорів</b> .....	159
16.1. Структура мікропроцесорів .....	159
16.2. Формування команд .....	162
<i>Приклади до розділу</i> .....	164
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	165

<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	165
<b>Розділ 17. Системи керування</b> .....	167
17.1. Лінійний принцип керування .....	168
17.1.1. Широтно-імпульсні перетворювачі .....	169
17.2. Косинусний принцип керування .....	170
17.3. Цифрові системи керування .....	171
<i>Приклади до розділу</i> .....	171
<i>Питання для самоперевірки</i> .....	172
<i>Задачі на самостійне опрацювання</i> .....	172
<b>Розділ 18. Алгоритми розрахунку пристроїв електроніки</b> .....	174
18.1. Розрахунок стабілізованого джерела живлення .....	174
18.1.1. Приклад розрахунку .....	177
18.2. Система широтно-імпульсного керування .....	181
18.2.1. Приклад розрахунку .....	190
<b>Додатки</b> .....	196
<i>Графічні та літерні позначення</i> .....	196
<i>Основні параметри некерованих вентилів</i> .....	198
<i>Основні параметри стабілітронів</i> .....	199
<i>Параметри транзисторів</i> .....	200
<i>Параметри тиристорів</i> .....	201
<i>Параметри цифрових інтегральних мікросхем</i> .....	202
<i>Параметри операційних підсилювачів</i> .....	203
<b>Список літератури</b> .....	204

## **ПЕРЕДМОВА**

*В умовах подальшого технічного прогресу, що характеризується інтенсивним використанням електроніки та мікропроцесорної техніки, сучасний спеціаліст в будь-якій галузі науки й техніки повинен бути ознайомлений із основними функціональними пристроями електроніки, які становлять основу усіх систем керування технологічними процесами.*

*Структура та зміст підручника відповідає програмі навчальної дисципліни «Електроніка та мікропроцесорна техніка» для базового напрямку «Інженерна механіка» вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації. Поряд із короткими теоретичними викладками про елементну базу електроніки основну увагу приділено роботі основних функціональних елементів. Окрім їх практичного використання, подані рекомендації щодо вибору таких елементів та основи їх розрахунку. З метою кращого засвоєння навчального матеріалу підручник містить також приклади задач практичного скерування. Кожний його розділ доповнено задачами для самоопрацювання, що важливо для самостійної роботи студента.*

*Автори глибоко вдячні професорам В. Жуйкову та М. Юрченко за цінні зауваження, зроблені ними під час рецензування підручника. Автори також виражають свою вдячність усім, хто допомагав у готуванні до друку підручника, а особливо ст. викладачу В. Мудрицькому і асистенту В. Мадаю, які розробили та провели практичну апробацію завдань із самостійної роботи.*

## ВСТУП

Електроніка — галузь науки, що вивчає фізичні явища в напівпровідникових елементах, електричні характеристики та властивості пристроїв і схем, побудованих на їх базі.

Становлення електроніки як науки можна віднести до початку ХХ ст., коли було винайдено електронну лампу — діод (*В. Флемінг, 1904 р.*). В 50-х роках із винаходом напівпровідникового транзистора (*У. Шоклі, У. Браттейн, Дж. Бардин, 1948 р.*) розпочався етап напівпровідникової електроніки. Завдяки своїм перевагам порівняно з вакуумними приладами, транзистори зумовили бурхливий розвиток електроніки, що характеризувався малогабаритністю та відносно малим енергоспоживанням.

Новий поштовх розвитку електроніки надали інтегральні схеми (мікросхеми), промисловий випуск яких розпочався у шістдесятих роках й особливо сприяв інформаційній електроніці. Це привело до створення надвеликих інтегральних схем, які стали основними компонентами мікропроцесорів і електронних обчислювальних машин (ЕОМ). Використання інтегральних схем дало змогу збільшити надійність систем, зменшити їх габарити та споживану енергію.

Функціональні елементи, побудовані на базі інтегральних схем, поділяються за формою оброблюваних сигналів відповідно на аналогові та дискретні.

Аналогові функціональні елементи працюють з неперервними в часі електричними сигналами. Основною ознакою таких елементів є однозначна залежність вихідного сигналу від вхідного у кожний конкретний момент часу.

Дискретні функціональні елементи працюють з квантованими сигналами. Особливістю таких елементів є те, що відтворення вхідної інформації про досліджуваний процес внаслідок квантування характеризується частковою її втратою.

Сьогодення електроніки характеризується широким використанням цифрових елементів, у яких дискретні сигнали шляхом їх кодування замінюються відповідними числами. Такі елементи оперують логічними одиницями, що забезпечує подання будь-якої інформації у двійковій системі числення.



Кожний із етапів розвитку електроніки пов'язаний із певним рівнем технологічного прогресу й характеризується тільки його властивими ознаками, поданими в табл. 1.

*Таблиця 1*

***Основні етапи розвитку електроніки***

<i>Етапи</i>	<i>Роки</i>	<i>Елементна база</i>	<i>Характерні ознаки</i>
<i>Перший</i>	<i>1904 — 1948</i>	<i>Вакуумні електронні лампи</i>	<i>Великі габарити, велике енергоспоживання</i>
<i>Другий</i>	<i>1948 — 1960</i>	<i>Напівпровідникові діоди, транзистори, тиристори</i>	<i>Зменшення габаритів. Підвищення надійності. Друкований монтаж</i>
<i>Третій</i>	<i>1960 — 1980</i>	<i>Інтегральні схеми</i>	<i>Блочна конструкція схем. Мале споживання енергії</i>
<i>Четвертий</i>	<i>1980 — теперішній час</i>	<i>Великі та надвеликі інтегральні схеми</i>	<i>Схема як пристрій електроніки з певними функціональними можливостями. Блочне компонування</i>

ПІДРУЧНИК

Петро Григорович СТАХІВ  
Василь Іванович КОРУД  
Орест Євгенович ГАМОЛА

# Основи електроніки: функціональні елементи та їх застосування

*Формат 60x84/16. Гарнітура «Таймс».  
Папір офсетний. Друк цифровий.  
Ум. друк. арк. 11,97.*

*Видавництво «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 інформаційної політики,  
телебачення та радіомовлення України*

*Надруковано у друкарні видавництва «Магнолія 2006»*