

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор
з науково-педагогічної роботи
С.О. Слободян

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ЕЛЕКТРОНІКА І МІКРОСХЕМОТЕХНІКА

Electronics and microcircuits

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

тип дисципліни нормативна

мова(и) викладання українська

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

Миколаїв, 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» розроблена для студентів з галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», ОПП «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

«31» травня 2022 р. – 20 с.

Розробник: доктор техн. наук, професор Павлов Г.В., професор кафедри комп'ютеризованих систем управління

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

Гарант ОПП,
к.т.н., доцент

 І.Л. Вінниченко

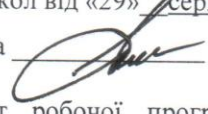
Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління (КСУ).

Протокол від «29» серпня 2022 р. № 01.

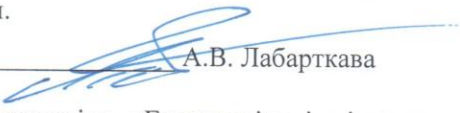
Завідувач кафедри КСУ  О.О. Черно

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» розглянуто методичною комісією Навчально-наукового інституту автоматики і електротехніки.

Протокол від «29» серпня 2022 р. № 01.

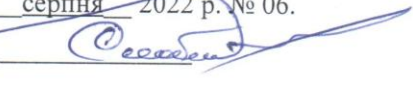
Голова 

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» погоджено з навчальним відділом.

Начальник навчального відділу  А.В. Лабарткава

Робочу програму навчальної дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» затверджено Навчально-методичною радою НУК.

Протокол від «29» серпня 2022 р. № 06.

Голова НМР-НУК 

Анотація

Навчальна дисципліна «Електроніка і мікросхемотехніка» є нормативною дисципліною професійної підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації» зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» галузі знань 15 «Автоматика та приладобудування».

В курсі вивчаються фізичні основи напівпровідників та напівпровідникових приборів, схеми та принцип роботи пристроїв малопотужної (аналогової та цифрової) і силових електроніки. Особливу увагу приділено вивченню схемних рішень транзисторних та операційних підсилювачів, генераторів коливань, тригерів, елементів пам'яті, цифроаналогових та аналого-цифрових перетворювачів, мультиплексорів, силових випрямлячів, інверторів, перетворювачів постійної напруги та перетворювачів частоти. Програмою передбачено виконання курсового проєкту з розрахунку цифрових систем управління імпульсних перетворювачів постійної напруги.

Ключові слова: електроніка, мікросхемотехніка, напівпровідникова техніка, аналогова електроніка, цифрова електроніка, енергетична електроніка.

Abstract

The educational discipline "Electronics and microcircuit engineering" is a normative discipline of professional training of specialists of the first (bachelor's) level of higher education under the educational and professional program "Computer-integrated technologies and automation systems" from the specialty 151 "Automation and computer-integrated technologies" of the field of knowledge 15 "Automatics and Instrumentation".

The course covers the physical foundations of semiconductors and semiconductor devices, schemes and the principle of operation of low-power (analog and digital) and power electronics devices. Special attention is paid to the study of circuit solutions of transistor and operational amplifiers, oscillators, flip-flops, memory elements, digital-to-analog and analog-to-digital converters, multiplexers, power rectifiers, inverters, DC-DC converters and frequency converters. The program provides for the implementation of a course project on the calculation of digital control systems of impulse DC-DC converters.

Keywords: electronics, microcircuit technology, semiconductor technology, analog electronics, digital electronics, power electronics.

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	13
7. Форми поточного та підсумкового контролю	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Засоби навчання.....	17
10. Рекомендовані джерела інформації	17
Додаток 1	19

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 9	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування	Нормативна з циклу дисциплін професійної підготовки бакалавра	
Модулів - 3	Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології Освітня програма Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації	Рік підготовки	
Змістових модулів - 5		3-й	3-й
ІНДЗ на тему «Розрахунок характеристик та режимів роботи імпульсних перетворювачів постійної напруги»		Семестр	
		5-й	5-й
		Лекції	
		30 год	10 год
		Практичні роботи	
Загальна кількість годин - 270		15 год	4 год
		Лабораторні роботи	
		15 год	4 год
		Самостійна робота	
		30 год	72 год
		Вид контролю: залік	
Тижневих годин для денної форми навчання: 5-й семестр аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 2; 6-й семестр аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 8	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Семестр	
		6-й	6-й
		Лекції	
		30 год	10 год
		Практичні роботи	
		15 год	4 год
		Лабораторні роботи	
		15 год	4 год
		Самостійна робота, включаючи курсовий проект	
		120 год	162 год
	Вид контролю: залік (5-й семестр) КП, екзамен (6-й семестр)		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» є оволодіння студентами принципів побудови, аналізу фізичних процесів, розрахунку та проектування електронних пристроїв.

Завданням курсу «Електроніка і мікросхемотехніка» є надання основ знань в галузі електроніки, що дозволить інженеру ефективно вирішувати задачі, які пов'язані з управлінням технологічними процесами, з методами та пристроями одержання та попереднього перетворення інформації, а також з методами та пристроями перетворення електроенергії.

Загальні компетентності:

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК5);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК6);
- навички використання інформаційних технологій (ЗК8).

Фахові компетентності:

- Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій (ФК4).

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Передумовами для вивчення навчальної дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» є наступні навчальні дисципліни:

- Вища математика;
- Фізика;
- Основи теорії кіл, сигналів та процесів в системах автоматизованої обробки і захисту інформації.

4. Очікувані результати навчання

Програмні результати навчання полягають в наступному:

- Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації (ПРН2).

5. Програма навчальної дисципліни

5-й семестр

Модуль 1. Аналогова електроніка. Цифрова електроніка (1 частина)

Змістовий модуль 1. Фізичні основи напівпровідників та напівпровідникові прибори

Тема 1. Фізичні основи напівпровідників та напівпровідникові прибори. Принцип роботи напівпровідникового діода. Види діодів. Класифікація та принцип дії біполярних транзисторів. Схеми включення, статичні характеристики, режими роботи та еквівалентні схеми та параметри біполярних транзисторів. 2 год. [1, с. 25-43], [2, с. 29-45], [3, с. 17-54], [4, с. 13-49].

Тема 2. Польові транзистори. Класифікація, принцип дії, характеристики. Стоко-затворні та стокові характеристики. Еквівалентні схеми. Біполярні транзистори з ізолюваним затвором (IGBT), польові транзистори MOSFET, тиристор з затвором (IGST). Характеристики, принцип побудови. 2 год. [1, с. 47-66], [2, с. 45-53], [3, с. 55-68], [4, с. 50-62].

Тема 3. Принцип побудови чотирьохшарових напівпровідникових структур. Випромінюючі пристрої, їх властивості та характеристики. Приймачі випромінюваної енергії. Оптрони. 2 год. [2, с. 130-137], [3, с. 69-80], [4, с. 35-37].

Змістовий модуль 2. Транзисторні та операційні підсилювачі. Генератори коливань.

Тема 4. Найважливіші показники підсилювачів. Режими роботи підсилювальних каскадів. Зворотні зв'язки у підсилювачів. Особливості вибору параметрів елементів підсилювача. 2 год. [1, с. 83-93], [2, с. 82-84], [3, с. 82-94], [4, с. 67-73, 87-105].

Тема 5. Однотактні та двохтактні вихідні каскади. Вибір робочої точки спокою. Особливості побудови та розрахунку. Диференціальні підсилювачі та їх особливості. 2 год. [1, с. 94-102, 128, 129], [2, с. 84-89], [3, с. 94-98, 112-117], [4, с. 74-87, 132-136].

Тема 6. Підсилювачі на польових транзисторах. Імпульсні та вибіркові підсилювачі. Особливості побудови та розрахунку. 2 год. [1, с. 103-122], [2, с. 89-91], [3, с. 99-101], [4, с. 109-112, 122-128].

Тема 7. Використання операційних підсилювачів в лінійному режимі. Інвертуюче, неінвертуюче та диференціальне включення операційних підсилювачів. Ключові схеми на базі операційних підсилювачів. 2 год. [1, с. 129-147], [2, с. 106-115], [3, с. 118-141], [4, с. 136-145].

- Тема 8. Перетворювачі струму та напруги на операційних підсилювачах. Фільтри на операційних підсилювачах. 2 год. [1, с. 139], [3, с. 148-155].
- Тема 9. Генератори гармонічних коливань. Використання зворотних зв'язків для генерації електричних коливань. Умови виникнення коливань та засоби їх підтримання. Баланс фаз та амплітуд. Генератори імпульсних сигналів. Мультивібратори на біполярних, польових транзисторах, операційних підсилювачах та цифрових інтегральних схемах. Одновібратори. 2 год. [1, с. 164-167], [2, с. 118-123], [3, с. 158-169, 273-298], [4, с. 153-162, 207-220].
- Тема 10. Класифікація мікросхем. Напівпровідникові та гібридні інтегральні мікросхеми. Аналогові та цифрові інтегральні мікросхеми. Основні положення. 2 год. [1, с. 134, 135, 172], [2, с. 124-130].

Змістовий модуль 3. Цифрова електроніка.

- Тема 11. Системи числення. Подання від'ємних чисел в ЕОМ. 2 год. [1, с. 172-175], [2, с. 151-153], [3, с. 299, 300], [4, с. 221-225], [5, с. 10-22].
- Тема 12. Переповнення розрядної сітки. Подання двійкових чисел. Кодування десяткової і алфавітно-цифрової інформації. 2 год. [5, с. 19-20, 44-46].
- Тема 13. Форми подання булевих функцій. Мінімізація функцій. 2 год. [1, с. 172-175], [3, с. 304-316], [4, с. 225-247].
- Тема 14. Синтез комбінаційних схем. 2 год. [1, с. 229-248], [3, с. 354-386], [4, с. 248-269].
- Тема 15. Основні логічні елементи. Серії елементів. Тригери. Синтез тригерів. Елементи пам'яті. Призначення. Принцип дії. Особливості роботи. 2 год. [1, с. 182-227], [2, с. 153-170], [3, с. 318-352, 387-405], [4, с. 192-205, 271-287, 297-304].

Модуль 2. Цифрова електроніка (2 частина). Енергетична електроніка.

Змістовий модуль 4. Цифрова електроніка (2 частина).

- Тема 16. Принцип дії регістрів послідовного та паралельного типів. 2 год. [1, с. 222-228], [2, с. 171-175], [3, с. 398-405], [4, с. 297-304].
- Тема 17. Принцип дії лінійних та пірамідальних дешифраторів. 2 год. [1, с. 232-236], [2, с. 179-182], [3, с. 362-368], [4, с. 254-257].
- Тема 18. Робота лічильників прямого, зворотного та реверсивного типів. 2 год. [1, с. 212-222], [2, с. 175-179], [3, с. 406-418], [4, с. 287-296].
- Тема 19. Лічильники із змінним коефіцієнтом перерахування і цифрові фазообертачі. 2 год. [4, с. 293-296].
- Тема 20. Мультиплексори. Накопичуючі суматори та схеми зсуву. Цифрові компаратори. 2 год. [1, с. 236-238, 244-247], [3, с. 368-378], [4, с. 249-269].
- Тема 21. Логічні розширювачі. Перетворювачі рівнів. 2 год. [1, с. 196, 197], [3, с. 208-212], [4, с. 296].
- Тема 22. Перетворювачі рівнів. 2 год. [1, с. 196, 197], [3, с. 208-212].
- Тема 23. Кодування часових інтервалів та напруг. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Принципи побудови АЦП та їх особливості. 2 год. [1, с. 271-280], [3, с. 445-463], [4, с. 314, 315].
- Тема 24. Схеми цифро-аналогового перетворення (ЦАП) та їх особливості. Технічні характеристики ЦАП та АЦП та особливості їх використання. 2 год. [1, с. 264-271], [3, с. 423-443], [4, с. 309-313].
- Тема 25. Пристрої вибірки-збереження. 2 год. [3, с. 447-449].

Змістовий модуль 5. Енергетична електроніка.

- Тема 26. Однофазні та трифазні керовані випрямлячі з активним і активно-індуктивним навантаженням. 2 год. [1, с.], [2, с.], [3, с.], [4, с. 332-339], [6, с. 101-118].
- Тема 27. Інвертори, що відомі мережею. Енергетичні характеристики. Способи регулювання енергії до мережі. 2 год. [6, с. 118-121].
- Тема 28. Імпульсні перетворювачі понижуючого, підвищуючого та полярно-інвертуючого типів. 2 год. [6, с. 125-152].
- Тема 29. Розрахунок характеристик та режимів роботи імпульсних перетворювачів постійної напруги понижуючого, підвищуючого та полярно-інвертуючого типів. 2 год. [6, с. 125-152].
- Тема 30. Автономні інвертори напруги, струму та резонансні. Перетворювачі частоти. Перетворювачі з ланкою постійного струму. 2 год. [6, с. 153-316, 348-355].

Модуль 3. Розрахунок цифрових систем управління імпульсних перетворювачів постійної напруги.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лаб	практ.	с.р.		л	лаб	практ.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Аналогова електроніка. Цифрова електроніка (1 частина).										
Змістовий модуль 1. Фізичні основи напівпровідників та напівпровідникові прибори										
Тема 1. Фізичні основи напівпровідників та напівпровідникові прибори. Принцип роботи напівпровідникового діода. Види діодів. Класифікація та принцип дії біполярних транзисторів. Схеми включення, статичні характеристики, режими роботи та еквівалентні схеми та параметри біполярних транзисторів.	8	2	2	-	4	8	-	-	-	8
Тема 2. Польові транзистори. Класифікація, принцип дії, характеристики. Стоко-затворні та стокові характеристики. Еквівалентні схеми. Біполярні транзистори з ізольованим затвором (IGBT), польові транзистори MOSFET, тиристор з затвором (IGST). Характеристики, принцип побудови.	10	2	2	2	4	12	2	-	2	8
Тема 3. Принцип побудови чотирьохшарових напівпровідникових структур. Випромінюючі пристрої, їх властивості та характеристики. Приймачі випромінюваної енергії. Оптрони.	12	2	2	2	6	10	-	-	-	10
Разом за змістовим модулем 1	30	6	6	4	14	30	2	-	2	26
Змістовий модуль 2. Транзисторні та операційні підсилювачі. Генератори коливань										
Тема 4. Найважливіші показники підсилювачів. Режими роботи підсилювальних каскадів. Зворотні зв'язки у підсилювачів. Особливості вибору параметрів елементів підсилювача.	2	2	-	-	-	2	-	-	-	2
Тема 5. Однотактні та двохтактні вихідні каскади. Вибір робочої точки спокою. Особливості побудови та розрахунку. Диференціальні підсилювачі та їх особливості.	4	2	2	-	-	2	-	-	-	2
Тема 6. Підсилювачі на польових транзисторах. Імпульсні та вибіркові підсилювачі. Особливості побудови та розрахунку.	4	2	-	2	-	2	-	-	-	2
Тема 7. Використання операційних підсилювачів в лінійному режимі. Інвертуюче, неінвертуюче та диференціальне включення операційних підсилювачів. Ключові схеми на базі операційних підсилювачів.	4	2	2	-	-	4	2	-	-	2
Тема 8. Перетворювачі струму та напруги на операційних підсилювачах. Фільтри на операційних підсилювачах.	4	2	-	2	-	2	-	-	-	2
Тема 9. Генератори гармонічних коливань. Використання зворотних зв'язків для генерації електричних коливань. Генератори імпульсних сигналів. Мультивібратори на біполярних, польових транзисторах, операційних підсилювачах та цифрових інтегральних схемах.	4	2	2	-	-	8	2	2	-	4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 10. Класифікація мікросхем. Напівпровідникові та гібридні інтегральні мікросхеми. Аналогові та цифрові інтегральні мікросхеми. Основні положення.	8	2	3	3	-	10	-	-	2	8
Разом за змістовим модулем 2	30	14	9	7	-	30	4	2	2	22
Змістовий модуль 3. Цифрова електроніка										
Тема 11. Системи числення. Подання від'ємних чисел в ЕОМ.	6	2	-	2	2	8	2	2	-	4
Тема 12. Переповнення розрядної сітки. Подання двійкових чисел. Кодування десяткової і алфавітно-цифрової інформації.	8	2	-	2	4	4	-	-	-	4
Тема 13. Форми подання булевих функцій. Мінімізація функцій.	6	2	-	-	4	8	2	-	-	6
Тема 14. Синтез комбінаційних схем.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
Тема 15. Основні логічні елементи. Серії елементів. Тригери. Синтез тригерів. Елементи пам'яті. Призначення. Принцип дії.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
Разом за змістовим модулем 3	30	10	-	4	16	30	4	2	-	24
Всього за модулем 1	90	30	15	15	30	90	10	4	4	72
Модуль 2. Цифрова електроніка (2 частина). Енергетична електроніка										
Змістовий модуль 4. Цифрова електроніка (2 частина).										
Тема 16. Принцип дії регістрів послідовного та паралельного типів.	5	2	-	2	1	6	-	-	-	6
Тема 17. Принцип дії лінійних та пірамідальних дешифраторів.	3	2	-	-	1	4	-	-	-	4
Тема 18. Робота лічильників прямого, зворотного, реверсивного типів.	8	2	2	2	2	6	2	-	-	4
Тема 19. Лічильники із змінним коефіцієнтом перерахування і цифрові фазообертачі.	6	2	2	-	2	4	-	-	-	4
Тема 20. Мультиплексори. Накопичуючі суматори та схеми зсуву. Цифрові компаратори.	8	2	2	2	2	6	-	-	-	6
Тема 21. Накопичуючі суматори та схеми зсуву. Цифрові компаратори.	6	2	2	-	2	4	-	-	-	4
Тема 22. Логічні розширювачі. Перетворювачі рівнів.	6	2	2	-	2	4	-	-	-	4
Тема 23. Кодування часових інтервалів та напруг. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Принципи побудови АЦП та їх особливості.	8	2	2	2	2	16	2	2	2	10
Тема 24. Схеми цифро-аналогового перетворення (ЦАП) та їх особливості. Технічні характеристики ЦАП та АЦП та особливості їх використання.	7	2	3	-	2	8	2	2	-	4
Тема 25. Пристрої вибірки-збереження.	3	2	-	-	1	2	-	-	-	2
Разом за змістовим модулем 4	60	20	15	8	17	60	6	4	2	48
Змістовий модуль 5. Методи синтезу лінійних САУ та математичні моделі нелінійних і дискретних САУ										
Тема 26. Однофазні та трифазні керовані випрямлячі з активним і активно-індуктивним навантаженням.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
Тема 27. Інвертори, що відомі мережею. Енергетичні характеристики. Способи регулювання енергії до мережі.	6	2	-	2	2	4	-	-	-	4
Тема 28. Імпульсні перетворювачі понижуючого, підвищуючого та полярно-інвертуючого типів.	4	2	-	-	2	8	2	-	-	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 29. Розрахунок характеристик та режимів роботи імпульсних перетворювачів постійної напруги понижуючого, підвищуючого та полярно-інвертуючого типів.	7	2	-	2	3	10	2	-	2	6
Тема 30. Автономні інвертори напруги, струму та резонансні. Перетворювачі частоти. Перетворювачі з ланкою постійного струму. Безпосередні перетворювачі, та особливості їх побудови	9	2	-	3	4	4	-	-	-	4
Разом за змістовим модулем 5	30	10	-	7	13	30	4	-	2	24
Всього за модулем 2	90	30	15	15	30	90	10	4	4	72
Модуль 3. Розрахунок цифрових систем управління імпульсних перетворювачів постійної напруги										
Курсовий проект на тему: «Розрахунок цифрових систем управління імпульсних перетворювачів постійної напруги»	90	-	-	-	90	90	-	-	-	90
Усього годин	270	60	30	30	150	270	20	8	8	234

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Денна форма
5 семестр			
1	Дослідження біполярних та польових транзисторів.	2	-
2	Дослідження операційних підсилювачів.	2	-
3	Дослідження діодних та транзисторних ключів.	2	-
4	Дослідження імпульсних тригерів, аналогових компараторів та схем формування рівнів	2	-
5	Дослідження генераторів прямокутних та пилоподібних імпульсів	2	2
6	Дослідження тригерів, регістрів, дешифраторів, лічильників.	2	2
7	Дослідження мультиплексорів, компараторів, суматорів.	3	-
6 семестр			
1	Активні фільтри на операційних підсилювачах	2	-
2	Цифрові мікросхеми в інтегральному виконанні.	2	-
3	Тригери. RS, D, T, JK.	2	-
4	Лічильники. Регістри	2	-
5	Дешифратори. Мультиплексори	2	-
6	Цифро-аналоговий перетворювач (DAC).	2	2
7	Аналого-цифровий перетворювач (ADC).	3	2

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Денна форма
5 семестр			
1	Структура р-п-переходу. Р-п-перехід при прямій, зворотній напрузі та при відсутності напруги.	2	-
2	Схеми включення та статичні характеристики біполярних транзисторів. Транзистори IGBT, MOSFET, тиристор IGST. Випромінюючі пристрої. Приймачі випромінюваної енергії. Оптрони.	2	-
3	Режими роботи підсилювальних каскадів	2	-
4	Генератори імпульсних сигналів.	2	2
5	Аналогові та цифрові інтегральні мікросхеми.	2	-
6	Кодування десяткової і алфавітно-цифрової інформації.	2	2
7	Мінімізація функцій.	3	-
6 семестр			
1	Перетворення та мінімізація логічних функцій. Побудова схем регістрів	2	-
2	Побудова та розрахунок схем лічильників	2	-
3	Побудова та розрахунок точності аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів	2	-
4	Розрахунок схем однофазного випрямляча на різні типи навантажень. Розрахунок інвертора, веденого мережею	2	-
5	Розрахунок інвертора струму. Розрахунок інвертора напруги	2	-
6	Розрахунок імпульсних перетворювачів	2	2
7	Розрахунок системи управління імпульсних перетворювачів постійної напруги. Розрахунок перетворювачів частоти	3	2

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5-3 год. / на 1 лекцію;
- підготовка до практичних занять – 1-4 год. / 1 заняття;
- підготовка до лабораторних робіт – 1-4 год. / 1 робота;
- виконання та захист курсового проекту – 90 год.

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кільк. год, включаючи КП	
		Денна форма	Заочна форма
5 семестр			
1	Підготовка до лекцій	7,5	15
2	Підготовка до виконання лабораторних робіт	7	16
3	Підготовка до виконання практичних робіт	7,5	16
4	Підготовка до заліку	8	25
	Разом за 5-й семестр	30	72
6 семестр			
6	Підготовка до лекцій	7,5	15
7	Підготовка до виконання лабораторних робіт	7	16
8	Підготовка до виконання практичних робіт	7,5	16
9	Підготовка до екзамену	8	25
10	Виконання та захист курсового проекту	90	90
	Разом за 6-й семестр	120	162
	Разом	150	234

Індивідуальне науково дослідне завдання

Програмою передбачено наступні форми індивідуальної роботи:

- індивідуальні консультації з дисципліни, які проводяться зі студентами за окремим графіком, з метою отримання студентом відповіді на окремі теоретичні або практичні питання та для пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування;

- індивідуальне завдання, яке має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці;

індивідуальне науково-дослідне завдання у вигляді курсового проекту на тему «Розрахунок цифрових систем управління імпульсних перетворювачів постійної напруги», яке спрямоване на практичну підготовку студента до самостійної діяльності у проектуванні електронних систем, зокрема, імпульсних перетворювачів постійної напруги. Принципи проектування цифрових систем управління імпульсних перетворювачів допомагають студентам у розробці структурної, функціональної та принципової схем конкретної системи.

Метою виконання КП є закріплення теоретичних знань з курсу «Електроніка і мікросхемотехніка» та набуття навиків у розробці, розрахунку та аналізу електронних схем.

Методичні вказівки, а також довідкова інформація, що міститься у літературних джерелах, наведених у кінці, дають теоретичну базу для ознайомлення студентів з принципами побудови, реалізації і функціонування електронних систем управління сучасними імпульсними перетворювачами постійної напруги.

Зміст КП полягає у розрахунку цифрової систем управління імпульсних перетворювачів постійної напруги.

№	Назва етапів курсового проектування	Години сам. роб.
1	Розрахунок силовій частини імпульсного перетворювача.	12
2	Розрахунок системи управління.	14
3	Розрахунок втрат в силовій частині та в системі управління.	14
4	Розрахунок постійних часу та коефіцієнтів передавальних функцій перетворювача.	20
5	Розрахунок стійкості роботи перетворювача.	20
6	Розробка презентації Microsoft Power Point з демонстрацією результатів курсового проектування	10
Разом		90

Результати курсового проектування оформлюються у вигляді пояснювальної записки та презентації Microsoft Power Point.

КП виконується студентом самостійно за консультативною допомогою викладача. Студент несе особисту відповідальність за прийняті в роботі рішення і правильність виконання графічної та текстової частин КП.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- лекція;
- ілюстрування;
- практична робота;
- лабораторна робота;
- інструктаж;
- робота з літературою;
- методи контролю і самоконтролю:
 - контрольні роботи;
 - лабораторний контроль;
 - графічна перевірка.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- екзамен;
- залік;
- розрахунково-графічна (курсова) робота;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- завдання на комп'ютерах.

7.Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного модульного контролю (ПМК) у вигляді тестових завдань різної складності, захисту звітів з лабораторних робіт, роботи на практичних заняттях та підсумкового контролю у формі написання залікової контрольної роботи (у 5-му семестрі) та письмового екзамену (у 6-му семестрі).

Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний (модульний) контроль, результатів виконання лабораторних робіт, залікової контрольної роботи та екзамену. У разі успішного навчання протягом семестру, тобто своєчасного та якісного захисту лабораторних робіт, виконання практичних завдань, отримання мінімально встановленої суми балів по кожному модулю, підсумкова оцінка може бути виставлена без екзамену (заліку).

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок виконання додаткового індивідуального завдання.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється в письмовій формі у вигляді залікової контрольної роботи (у 5-у семестрі) та екзамену у вигляді письмової екзаменаційної контрольної роботи та її усного захисту (у 6-у семестрі). Студент, який отримав за всі КЗ протягом семестру не менше 60 балів, за його бажанням, може бути звільненим від залікової контрольної роботи або екзамену. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, складає підсумковий семестровий екзамен (проводиться у письмовій формі в екзаменаційну сесію), до якого він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 35 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу (залік) становить 30 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову екзаменаційну роботу (екзамен) становить 40 балів.

Екзаменаційні оцінки виставляються згідно шкали оцінювання ECTS.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за результатом підсумкового контролю	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82 – 89	B
74 – 81	C
64 – 73	D
60 – 63	E
35 – 59	FX
0 – 34	F

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Звіти з лабораторних завдань оцінюються за двома умовами:

- підготовка звіту;

- захист звіту.

Рівень підготовки звіту оцінюється за трьома критеріями:

- вчасність здавання звіту;

- правильність виконання завдання;

- відповідність оформлення звіту вимогам.

Рівень захисту звіту оцінюється за трьома критеріями:

- правильність відповіді;

- оперативність надання відповіді.

Денна форма	Заочна форма	Критерії оцінювання лабораторних робіт
5	10	Роботу виконано самостійно у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі, мету написання програми, складає алгоритм раціонального вирішення поставленої задачі. У висновках проведено коректну інтерпретацію результатів. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	8	Роботу виконано із підказками викладача у встановлений термін. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
3	6	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	4	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
1	2	Роботу виконано під керівництвом викладача з порушенням встановленого терміну. Студент пише програму за складеним під керівництвом викладача алгоритмом вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
0	0	Робота не виконується

Поточний модульний контроль реалізується у формі проведення контрольних робіт за кожним змістовним модулем. Кожна контрольна робота передбачає розв'язання 3-х завдань з дисципліни.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
5-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	7 x 5 балів = 35 балів	2 x 10 балів = 20 балів
Поточний модульний контроль	3 x 10 балів = 30 балів	3 x 15 балів = 45 балів
Всього	65 балів	65 балів
6-й семестр		
Виконання лабораторних робіт	7 x 5 балів = 35 балів	2 x 10 балів = 20 балів
Поточний модульний контроль	2 x 15 балів = 30 балів	2 x 20 балів = 40 балів
Всього	65 балів	60 балів

Денна форма	Заочна форма	Критерії оцінювання за виконання контрольної роботи в рамках відповідного поточного модульного контролю у 5 семестрі
10	15	Всі задачі розв'язані студентом повністю коректно, без помилок, з наведеними висновками.
8	10	Всі задачі студентом розв'язані, але містять неprincipові помилки; розв'язки задач наведені без висновків.
5	5	Не всі задачі студентом розв'язані коректно (прибл. 50%), містять принципові помилки; розв'язки задач наведені без висновків.
0	0	Всі задачі студентом розв'язані некоректно.

Денна форма	Заочна форма	Критерії оцінювання за виконання контрольної роботи в рамках відповідного поточного модульного контролю у 6 семестрі
15	20	Всі задачі розв'язані студентом повністю коректно, без помилок, з наведеними висновками.
10	15	Всі задачі студентом розв'язані, але містять неprincipові помилки; розв'язки задач наведені без висновків.

5	10	Не всі задачі студентом розв'язані коректно (прибл. 50%), містять принципові помилки; розв'язки задач наведені без висновків.
0	0	Всі задачі студентом розв'язані некоректно.

Параметри оцінювання	Кільк. балів	Критерії оцінювання за виконання курсового проекту
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи
	30	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	20	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих..
	10	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;
	10	ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість
	5	ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	30	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	20	Студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати положення роботи.
	10	Студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

Формування підсумкової оцінки

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
5-й семестр					
ЗМ1	Тема 1	Лабораторна робота 1	5	-	
	Тема 2	Лабораторна робота 2	5	-	
	Тема 3	Лабораторна робота 3	5	-	
	ПМК1	КР	10		15
ЗМ2	Тема 4	-	-	-	
	Тема 5	Лабораторна робота 4	5	-	
	Тема 6	-	=	-	
	Тема 7	Лабораторна робота 5	5	Лабораторна робота 5	10
	Тема 8	-	-	-	
	Тема 9	Лабораторна робота 6	5	Лабораторна робота 6	10
	Тема 10	Лабораторна робота 7	5	-	
	ПМК2	КР	10		15
ЗМ3	Тема 11	-	-	-	-
	Тема 12	-	-	-	-
	Тема 13	-	-	-	-
	Тема 14	-	-	-	-
	Тема 15	-	-	-	-
	ПМК3	КР	10		15
Підсумковий контроль		Залікова контрольна робота	35		35
Всього			100		100
6-й семестр					
ЗМ4	Тема 16	-	-	-	-
	Тема 17	-	-	-	-
	Тема 18	Лабораторна робота 1	5	-	-
	Тема 19	Лабораторна робота 2	5	-	-
	Тема 20	Лабораторна робота 3	5	-	-
	Тема 21	Лабораторна робота 4	5	-	-
	Тема 22	Лабораторна робота 5	5	-	-
	Тема 23	Лабораторна робота 6	5	Лабораторна робота 6	10
	Тема 24	Лабораторна робота 7	5	Лабораторна робота 7	10
	Тема 25	-	-	-	
	ПМК4	КР	15		20
ЗМ5	Тема 26	-	-	-	-
	Тема 27	-	-	-	-
	Тема 28	-	-	-	-
	Тема 29	-	-	-	-
	Тема 30	-	-	-	-
	ПМК5	КР	15		20
Підсумковий контроль		екзамен	35		40
Всього			100		100

Кількість балів		Критерії оцінювання за виконання залікової контрольної семестрової роботи, 5-й семестр (включає 2 теоретичні питання і одну задачу)
Денна форма	Заочна форма	
35	35	Студент вільно володіє матеріалом, знає фізичні основи напівпровідників та напівпровідникових приборів, їх основні характеристики та типові схеми підключення, схеми та принцип роботи підсилювачів та генераторів сигналів, елементи цифрової електроніки, вміє розв'язувати задачі з розрахунків схем включення та статичних характеристик біполярних транзисторів, схем підсилювальних каскадів, генераторів імпульсних сигналів, мінімізації логічних функцій

20	20	Студент знає фізичні основи напівпровідників та напівпровідникових приборів, орієнтується в схемах та принципах роботи підсилювачів та генераторів сигналів, елементів цифрової електроніки, вміє розв'язувати типові задачі
10	10	Студент має уявлення про напівпровідникові прибори та пристрої аналогової та цифрової електроніки
0	0	Студент має знання та вміння нижче рівня, визначеного попередньою оцінкою

Кількість балів		Критерії оцінювання за виконання залікової контрольної семестрової роботи, 6-й семестр (включає 2 теоретичні питання і одну задачу)
Денна форма	Денна форма	
35	40	Студент вільно володіє матеріалом, знає схеми та принцип роботи елементів та пристроїв цифрової електроніки, силових перетворювачів електроенергії, вміє розв'язувати задачі з розрахунків схем лічильників, точності аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів, схем випрямлячів, інверторів, перетворювачів частоти, імпульсних перетворювачів електроенергії та систем керування ними
20	25	Студент знає основні схеми та принцип роботи елементів та пристроїв цифрової електроніки, орієнтується в схемах силових перетворювачів електроенергії, вміє розв'язувати типові задачі
10	10	Студент має уявлення про елементи та пристрої цифрової електроніки, силові перетворювачі електроенергії
0	0	Студент має знання та вміння нижче рівня, визначеного попередньою оцінкою

Формування оцінки за курсовий проект

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
40	20	40	100

Штрафні та заохочувальні бали за:

відсутність на лекційному занятті без поважної причини..... – 1 бал
 недопуск до лабораторної роботи у зв'язку з
 незадовільним вхідним контролем..... – 1 бал
 несвоєчасний захист лабораторної роботи..... – 1 бал
 відсутність на занятті без поважної причини..... – 3 бали
 участь у олімпіадах з дисципліни, відповідно..... + 4, 6, 8, 10 балів
 участь у модернізації лабораторних робіт чи виконання завдань
 із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни..... + 10 балів.

9. Засоби навчання

Для досягнення мети дисципліни та набуття бажаних результатів навчання передбачено застосування наступних засобів навчання:

- комп'ютери;
- спеціалізоване програмне забезпечення: Multisim;
- спеціалізовані лабораторні стенди.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник. 2-е вид. / За ред. А.Г. Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416 с. Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/11615/1/Electron_SE.pdf
2. Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – 257 с. Режим доступу: http://document.kdu.edu.ua/info_zab/171_477.pdf
3. Новацький А.О. Комп'ютерна електроніка [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізації «Інтегровані інформаційні системи» / А.О. Новацький. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 468 с. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26319/1/Pidruchnyk_Kompiuterna-elektronika.pdf
4. Комп'ютерна електроніка [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", спеціалізації "Комп'ютерно-інтегровані оптико-електронні системи та технології" / К.К. Побєдаш. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 364 с. Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/323528419.pdf>

5. Огородник, К.В. Мікропроцесорна техніка: навчальний посібник / К.В. Огородник, Б.П. Книш. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 106 с. Режим доступу: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Ogorodnik_2018_106.pdf
6. Шавьолкін О. О. Силові напівпровідникові перетворювачі енергії: навч. посібник / О. О. Шавьолкін. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 403 с. Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/41615/1/2015%207%D0%9D%20%D0%A8%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D0%B%D0%BA%D0%B8%D0%BD.pdf>
7. Павлов Г.В., Обрубов А.В., Покровський М.В. Розрахунок цифрових систем управління імпульсних перетворювачів постійної напруги. Миколаїв: НУК, 2014 – 56 с.
8. Павлов Г.В., Білай О.М., Обрубов А.В., Покровський М.В. Курс лабораторних робіт з електроніки та мікросхемотехніки. Миколаїв: НУК, 2014 – 42 с.

Допоміжна література

9. Павлов Г.В., Обрубов А.В., Нікітіна О.В., Покровський М.В. Мікропроцесорні системи управління резонансними перетворювачами постійної напруги. Навчальний посібник / За ред. Г.В. Павлова. – Миколаїв: Вид-во НУК, 2010. – 156 с.
10. Гуржій А. М. Електротехніка та основи електроніки: підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Гуржій, С. К. Мещанінов, А. Т. Нельга, В. М. Співак. – Київ: Літера ЛТД, 2020. – 288 с. Режим доступу: <https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/pidrucnyky-posibnyky-profsvita/Litera-Elektrotehnika.pdf>
11. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник / О.М. Воробйова, І.П. Панфілов, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – 298 с. Режим доступу: <https://metod.suitt.edu.ua/download/603>
12. Бондаренко І.М., Бородін О.В., Галат О.Б., Карнаушенко В.П. Твердотільна електроніка: навч. посібник для студентів ЗВО. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 236 с. Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/c30b9f71-8f79-476d-b433-086f954a10bb/content>

Питання для модульного контролю**МКР-1 (5 семестр). Фізичні основи напівпровідників та напівпровідникові прибори.**

1. Р-п-перехід при прямій, зворотній напрузі та при відсутності напруги.
2. Стабілітрони та їх використання.
3. Висоочастотні та імпульсні діоди.
4. Схеми включення та статичні характеристики біполярних транзисторів.
5. Режими роботи біполярних транзисторів.
6. Еквівалентні схеми та параметри біполярних транзисторів.
7. Складені біполярні транзистори.
8. Класифікація, принцип дії, характеристики польових транзисторів..
9. Стоко-затворні та стокові характеристики.
10. Біполярні транзистори з ізольованим затвором.
11. Тиристор з затвором.
12. Принцип побудови чотирьохшарових напівпровідникових структур.
13. Випромінюючі пристрої, їх властивості та характеристики.
14. Приймачі випромінюваної енергії.
15. Оптрони.

МКР-2 (5 семестр). Підсилювачі та генератори сигналів.

1. Режими роботи підсилювальних каскадів.
2. Зворотні зв'язки у підсилювачів.
3. Особливості вибору параметрів елементів підсилювача.
4. Вибір робочої точки спокою.
5. Температурна стабілізація параметрів.
6. Однотактні вихідні каскади.
7. Двохтактні вихідні каскади.
8. Диференціальні підсилювачі та їх особливості.
9. Підсилювачі на польових транзисторах.
10. Імпульсні підсилювачі.
11. Вибіркові підсилювачі.
12. Інвертуюче, неінвертуюче та диференціальне включення операційних підсилювачів.
13. Ключові схеми на базі операційних підсилювачів.
14. Перетворювачі струму та напруги на операційних підсилювачах.
15. Фільтри на операційних підсилювачах.
16. Умови виникнення коливань та засоби їх підтримання.
17. Особливості роботи LC- автогенераторів.
18. Особливості роботи RC-автогенераторів.
19. Мультивібратори.
20. Одновібратори

МКР-3 (5 семестр). Елементи цифрової техніки.

1. Подання від'ємних чисел в ЕОМ.
2. Перетворення чисел з однієї системи числення в іншу.
3. Основні правила алгебри логіки.
4. Мінімізація функцій.
5. Діаграми Карно.
6. Синтез комбінаційних схем.
7. Тригери.
8. Синтез тригерів.
9. Програмовані логічні матриці.

МКР-4 (6 семестр). Вузли цифрової техніки.

1. Регістри послідовного та паралельного типів.
2. Лічильники прямого та зворотного типів.
3. Лічильники реверсивного типа.
4. Лічильники із змінним коефіцієнтом перерахування.
5. Цифрові фазообертачі.
6. Мультиплексори.
7. Накопичуючі суматори та схеми зсуву.
8. Цифрові компаратори.
9. Логічні розширювачі.
10. Перетворювачі рівнів.

11. Кодування часових інтервалів та напруг.
12. Аналого-цифрові перетворювачі.
13. Цифро-аналогові перетворювачі.
14. Пристрої вибірки-збереження.

МКР-5 (6 семестр). Перетворювачі електроенергії.

1. Однофазні керовані випрямлячі.
2. Трифазні керовані випрямлячі.
3. Інвертори, що відомі мережею.
4. Імпульсні перетворювачі понижуючого типу.
5. Імпульсні перетворювачі підвищуючого типу.
6. Імпульсні перетворювачі полярно-інвертуючого типу.
7. Автономні інвертори напруги.
8. Автономні інвертори струму.
9. Автономні резонансні інвертори.
10. Перетворювачі частоти.