

**Міністерство освіти і науки України**

**Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова**

---

**Кафедра комп'ютерно-інтегрованих  
технологічних процесів і виробництв**

**Методичні вказівки  
для самостійної роботи студентів  
з дисципліни  
«Основи схемотехніки»**

**Одеса – 2015**

**Рецензент:**

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з дисципліни «Основи схемотехніки» / Укладачі Воробйова О.М., Савицька М.П., Флейта Ю.В. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – 20 с.

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів містять матеріал, якій допоможе студенту самостійно вивчити всі розділи навчальної програми з дисципліни «Основи схемотехніки», перевірити свої знання, застосовувати їх при виконанні комплексного завдання, підготуватися до лабораторних, практичних занять та до іспиту.

При вивченні змістових модулів необхідно використовувати рекомендовану літературу. В кінці кожного розділу надані питання для самоперевірки знань, за допомогою відповідей на які можливо здійснити перевірку теоретичних знань, отриманих при самостійній роботі над розділами програми.

Розглянуто  
на засіданні кафедри КІТП і В  
і рекомендовано до друку.  
Протокол № від

Затверджено  
методичною радою академії.  
Протокол № 3 від 24.03.2015 р.

## Зміст

Вступ.....	4
1. Склад програми навчальної дисципліни та рекомендації з самостійного її вивчення.....	4
2. Основне завдання вивчення дисципліни.....	4
3. Склад змістових модулів та рекомендації для самостійного вивчення основних та додаткових питань.....	5
<i>Змістовий модуль 1</i>	
<i>Схеми на дискретних компонентах</i>	
1.1. Пасивні компоненти РЕА. Подільник напруги.....	5
1.2. Діодні схеми.....	6
1.3. Схеми на біполярних транзисторах.....	7
1.4. Підсилювачі на польових транзисторах.....	8
1.5. Базовий елемент цифрових ІМС-транзисторних ключах.....	9
<i>Змістовий модуль 2</i>	
<i>Цифрова схемотехніка. Послідовнісні пристрої</i>	
2.1. Цифрові ІМС. Схемотехніка цифрових елементів.....	10
2.2. Асинхронні та синхронні тригери.....	11
2.3. Лічильники імпульсів.....	12
2.4. Регістри.....	12
2.5. Запам'ятовувальні пристрої на ВІС.....	13
<i>Змістовий модуль 3</i>	
<i>Цифрова схемотехніка. Комбінаційні пристрої</i>	
3.1. Шифратори та дешифратори.....	14
3.2. Мультиплексор та демультіплексор.....	14
3.3. Програмовані логічні матриці.....	15
<i>Змістовий модуль 4</i>	
<i>Цифро-аналогові та аналогово-цифрові перетворювачі</i>	
4.1. ЦАП та АЦП.....	16
<i>Змістовий модуль 5</i>	
<i>Операційні підсилювачі. Каскади на ОП</i>	
5.1. Режими роботи підсилювачів.....	17
5.2. Зворотний зв'язок .....	17
5.3. Схеми на ОП.....	18
5.4. Регулювання та живлення ОП.....	19

## Вступ

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів допоможуть вивчити всі розділи навчальної програми з курсу «Основи схемотехніки».

При вивченні питань необхідно використовувати рекомендовану літературу. В кінці кожного розділу надані питання для самостійної перевірки, за допомогою відповідей на які можливо здійснити перевірку теоретичних знань, отриманих при самостійній роботі над розділами програми.

Необхідно враховувати, що в кожному розділі є додаткові питання, вивчення яких допоможуть більш глибокому розумінню розглядуваних питань.

Дисципліна повинна забезпечити базову підготовку студентів, яка необхідна для вивчення спеціальних дисциплін і наступного вирішування виробничих, проектних та дослідницьких задач відповідно до кваліфікаційної характеристики інженера спеціальностей 0924 та 0907.

### **1. Склад програми навчальної дисципліни та рекомендації з самостійного її вивчення**

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів.

#### **1 Схеми на дискретних компонентах.**

1.1 Пасивні компоненти РЕА. Подільник напруги.

1.2 Діодні схеми.

1.3 Схеми на біполярних транзисторах.

1.4 Підсилювачі на польових транзисторах.

1.5 Базовий елемент цифрових ІМС – транзисторний ключ.

#### **2 Цифрова схемотехніка. Послідовнісні пристрої.**

2.1 Цифрові ІМС. Схемотехніка цифрових елементів.

2.2 Асинхронні та синхронні тригери.

2.3 Лічильники імпульсів. Подільники частоти.

2.4 Регістри.

2.5 Запам'ятовувальні пристрої на ІМС (ВІС).

#### **3 Цифрова схемотехніка. Комбінаційні пристрої.**

3.1 Шифратори та дешифратори.

3.2 Мультиплексори та демультимплексори

3.3 Програмовані логічні матриці

#### **4 Цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі.**

4.1. ЦАП та АЦП.

#### **5 Операційні підсилювачі. Каскади на ОП.**

5.1 Режими роботи підсилювачів.

5.2 Зворотний зв'язок.

5.3 Схеми на ОП.

5.4 Регулювання та живлення ОП

### **2. Основне завдання вивчення дисципліни**

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи схемотехніки» є: вивчення будови схем аналогової та цифрової схемотехніки, які розв'язуються

апаратурою зв'язку, вивчення методів поліпшення параметрів роботи схем; вивчення правил вибору елементів для розв'язування технічної задачі; вивчення методів розрахунку розроблених схем.

**2.1 Згідно з вимогами освітньо-професійної програмами студенти повинні:**

– знати задачі, які розв'язуються апаратурою зв'язку, параметри і технічні характеристики схем на дискретних компонентах та мікросхемах для розв'язання цих задач;

– уміти раціонально вибирати вид приладу або мікросхеми для розв'язання технічної задачі з експлуатації і проектування апаратури зв'язку;

– уміти проводити вимірювання параметрів режимів приладів і мікросхем в умовах експлуатації.

– знати задачі, які розв'язуються при розробці цифрових систем передачі, уміти раціонально вибирати вид цифрового приладу для розв'язання цих задач.

**3. Склад змістових модулів та рекомендації для самостійного вивчення основних та додаткових питань**

### *Змістовий модуль 1* *Схеми на дискретних компонентах*

#### **1.1 Пасивні компоненти РЕА. Подільники напруги**

1. Вступ.

2. Структурна схема системи зв'язку з вузлами живлення, джерела повідомлення, перетворення і генерування сигналів, їх підсилення, детектування і формування. Вимоги до вузлів системи зв'язку: випрямлячів, стабілізаторів, генераторів, перетворювачів, підсилювачів, модуляторів, демодуляторів, формувачів, епюри їхніх вхідних і вихідних сигналів.

3. Пасивні компоненти РЕА. Структура та властивості матеріалів для виробництва пасивних компонентів (електричні провідники, магнітні матеріали, матеріали для спеціальних структурних елементів).

4. Резистори. ВАХ. Зв'язок між струмом та напругою. Основні властивості. Параметри. Застосування резисторів.

5. Подільники напруги. Параметри (постійних і змінних). Епюри вхідної та вихідної напруг (постійних і змінних). Коефіцієнти передавання. Схеми на холостому ході та під навантаженням.

6. Регулятори напруги. Гасильні резистори.

7. Конденсатори. Типи. Параметри. Котушки індуктивності. Параметри. Трансформатори. Зв'язок між вхідними і вихідними напругами, струмами і опорами.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 14-25; – 350 с.

2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 19-31; – 388 с.

3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 12-31; – 256 с.

4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 7-10; – 99 с.

### **Питання для самоперевірки знань**

1. Пасивні компоненти та їх властивості.
2. Основні параметри резисторів, конденсаторів та котушок індуктивності.
3. Накресліть часову діаграму роботи резистора.
4. Накресліть схему резистивного подільника напруги та поясніть його роботу на холостому ході.
5. Поясніть вплив опору навантаження на вихідну напругу резистивного подільника.
6. Розв'яжіть самостійно задачу. Подільник напруги на холостому ході та під навантаженням. Розрахунок схеми подільника.

### **Додаткові питання**

**Д.1.** Трансформатори. Розрахунок. Використання.

### **1.2 Діодні схеми**

1. Напівпровідникові діоди. Вимоги до ВАХ ідеального вентиля. Вентильні властивості: діод під прямою та зворотною напругами. ВАХ діода. Вплив температури.
2. Випрямлячі. Структурна схема випрямляча. Епюри вхідної та вихідної напруг.
3. Принцип дії випрямляча. Графоаналітичний розрахунок випрямляча. Послідовне і паралельне з'єднання діодів.
4. Діодний обмежувач. Розрахунок. Діаграма роботи. Епюри  $U_{вх}$ ,  $U_{ввых}$ ,  $U_{д}$ . Вплив температури.
5. Параметричні стабілізатори напруги. Амплітудна характеристика  $U_{ввых} = f(U_{вх})$ . Структурна схема стабілізатора як подільника напруги, яка складається з обмежувального резистора та стабілізуючого елемента. Стабілізуючий елемент у вигляді стабілітрона. Пробій  $p-n$  переходу. ВАХ. Діаграми роботи, коефіцієнт стабілізації. Термостабілізація. ВАХ, параметри стабілізатора.

### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 26-40; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 33-58; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I. / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 33-59; – 256 с.

4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 11-16; 26-30; – 99 с.

#### **Питання для самоперевірки знань**

1. Наведіть ВАХ діода та поясніть її хід.
2. Накресліть схему однопівперіодного випрямляча для отримання позитивної напруги.
3. Накресліть схему однопівперіодного випрямляча для отримання негативної напруги.
4. Накресліть схему симетричного діодного обмежувача напруг.
5. Накресліть схему параметричного стабілізатора.
6. Поясніть, як змінити полярність вихідної напруги стабілізатора.
7. Виконайте розрахунок випрямляча за заданим варіантом.
8. Виконайте розрахунок параметричного стабілізатора напруги за заданим варіантом.

#### **Додаткові питання**

**Д.2.** Вплив температури на струми діода. Пробій діодів.

**Д.3.** Двонапівперіодні випрямлення. Вплив температури на параметри випрямляча. Індуктивне навантаження та діодний захист контактів.

### **1.3 Схеми на біполярних транзисторах**

1. Підсилювачі напруги. Задача підсилювача. Епюри  $U_{вх}$  та  $U_{вих}$  (з поворотом фази і без нього). Структурна схема підсилювача як подільника напруги з опору навантаження і керованого опору. Максимальна вихідна напруга. Вимоги до ВАХ ідеального керованого опору. Діаграма роботи підсилювача. Керований опір у вигляді біполярного транзистора (БТ).

2. Структура, спосіб дії та властивості біполярного транзистора. Взаємодія переходів. Струми в транзисторі. Управління струмом колектора. Режими транзисторів (активний, відсіку, насичення). Можливість підсилення потужності.

3. Схеми включення і статичні характеристики транзистора. Коефіцієнти передавання струму. Вплив температури на вхідні і вихідні характеристики. Практичні схеми включення транзистора із СБ та СЕ. Співвідношення між параметрами для СБ та СЕ.

4. Підсилювачі на БТ. Принципові схеми підсилювачів з СБ та СЕ. Розрахунок підсилювачів зі СЕ: діаграми роботи, епюри напруг та струмів, коефіцієнти підсилення струму, напруги та потужності. Вплив температури. Граничні значення вихідної напруги. Забезпечення неспотвореного підсилення. Потужність, яка розсіюється колектором.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 58-113; – 350 с.

2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 74-136; – 388 с.

3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 61-87; – 256 с.

4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 17-25; – 99 с.

#### **Питання для самоперевірки знань**

1. Наведіть умовні позначення транзисторів типів  $p-n-p$  та  $n-p-n$ .
2. Накресліть вхідні та вихідні ВАХ для схем з СБ та СЕ і поясніть їх хід.
3. Накресліть схему підсилювача на біполярному транзисторі з СЕ.
4. Дайте визначення режимів транзистора: активного, насичення та відсікання.
5. Поясніть вибір робочої точки для здійснення режиму А.
6. Виконайте розрахунок «Підсилювача на біполярному транзисторі для схеми з СЕ для заданого варіанта».

#### **Додаткові питання**

**Д.4.** Підсилювачі на електровакуумних приладах. Будова та принцип дії електровакуумних приладів. Недоліки та переваги електронних ламп.

**Д.5.** Параметри біполярних транзисторів. Порівняння  $h$ -параметрів для схем з СБ та СЕ. Еквівалентні схеми біполярних транзисторів.

**Д.6.** Частотні властивості підсилювачів на БТ. Нелінійні створення сигналу.

### **1.4 Підсилювачі на польових транзисторах**

1. Підсилювачі на польових транзисторах. Умовне позначення. Структура ПТ.

2. Польові транзистори з керуючим електронно-дірковим переходом. Статичні характеристики (вихідні, прямої передачі). Порогова напруга.

3. Параметри транзисторів. Схема увімкнення.

4. Підсилювач на ПТ з  $p-n$  переходом: схема, діаграма роботи, епюри.

5. Польові транзистори з ізольованим заслоном.

6. МОН-транзистор з індукованим каналом.

7. МОН-транзистор із вбудованим каналом.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 85-97; – 350 с.

2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 111-136; – 388 с.

3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 80-87; – 256 с.

### **Питання для самоперевірки знань**

1. Накресліть умовне позначення польових транзисторів з керуючим *p-n* переходом.
2. Накресліть умовне позначення польових транзисторів з індукованим каналом.
3. Назвіть показники підсилювача на польових транзисторах.
4. Накресліть схему підсилювача на польовому транзисторі з *n-p* переходом.
5. Накресліть схему підсилювача на польовому транзисторі з індукованим каналом.

### **Додаткові питання**

**Д.7.** Вплив температури. Частотні властивості підсилювачів на ПТ. Графоаналітичний розрахунок. Порівняння підсилювачів на БТ і ПТ.

### **1.5. Базовий елемент цифрових ІМС – транзисторний транзистор**

1. Базовий елемент цифрових ІМС – транзисторний ключ. Схема. Діаграма роботи. Епюри. Графоаналітичний розрахунок. Параметри режиму: коефіцієнт насичення, залишкові напруги.
2. Завадостійкість ключа.
3. Швидкодія ключа.
4. Графоаналітичний розрахунок ключа на БТ. Діаграма роботи.
5. Імпульсні властивості транзисторного ключа: час наростання та час спадання. Енергоспоживання транзисторного ключа ККД.
6. Ключі на ПТ.
7. Порівняльна характеристика ключа на БТ та на ПТ.

### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 104-113; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 133-158; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 83-91; – 256 с.

### **Питання для самоперевірки знань**

1. Накресліть схему транзисторного ключа на БТ.
2. Поясніть вибір робочої точки.
3. Що таке коефіцієнт насичення?
4. Що таке залишкова напруга?
5. Від чого залежить енергоспоживання транзисторного ключа.
6. Що таке ККД?

### **Додаткові питання**

**Д.8.** Недоліки ключа на БТ. Ключі на тиристорах.

## *Змістовий модуль 2*

### *Цифрова схемотехніка. Послідовнісні пристрої*

#### **2.1 Цифрові ІМС. Схемотехніка цифрових елементів**

1. Цифрові сигнали та їх рівні.
2. Основні закони та поняття булевої алгебри. Логічні функції булевого базису: НЕ, І, АБО (на електромеханічному еквіваленті та діодні). Фізичні рівні “0” та “1”. Форми зображення логічних функцій. Таблиці істинності.
3. Комбіновані логічні функції.
4. Схемотехніка цифрових елементів. Класифікація цифрових елементів. Основні характеристики та параметри цифрових мікросхем.
5. Типи цифрових мікросхем. ТТЛ: базовий елемент, багатоємітерний транзистор, вхідне коло як несиметричне РЗ, складний інвертор. МОП- і КМОН-логіка. Порівняльний аналіз ЦІС. Включення під напругу. Засоби подачі логічних рівнів. Узгодження ІМС різноманітних логік. Узгодження аналогових мікросхем із цифровими.
6. Правила схемного включення елементів.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 183-223; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 195-234; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 137-164; – 256 с.
4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 44-50; – 99 с.

#### **Питання для самоперевірки знань**

1. Які сигнали називають цифровими?
2. Яка система числення називається двійковою?
3. Що таке логічна функція?
4. Який набір логічних функцій вважається повним?
5. Що таке логічна функція «НЕ»?
6. Що таке логічна функція «І»?
7. Що таке логічна функція «АБО»?
8. Які цифрові мікросхеми називають потенційними, а які імпульсними?
9. Які переваги та недоліки мікросхеми ТТЛ?
10. Що таке МОН- або МДН-логіка?
11. Що таке КМОН-логіка?
12. Накресліть схему інвертора КМОН-логіки.
13. Виконати розрахунок «логічні функції булевого базису».

## Додаткові питання

Д.1. Основні поняття алгебри логіки.

Д.2. ТТЛ з діодом Шоттки. Емітерно-зв'язувальна логіка ЕЗЛ. Інтегральна інжекційна логіка І<sup>2</sup>Л.

### 2.2 Асинхронні та синхронні тригери

1. Особливості функціонування. Тригер – двостановий запам'ятовувач бінарних сигналів. Тригер на логічних елементах: схема, два усталених стана.

2. Загальна структура та класифікація тригерів. Схеми запусків. Синхронні та асинхронні тригери. Різновиди тригерів. Умовно-графічне позначення.

3. RS-тригери на логічних елементах. Таблиці переходів. Часові діаграми роботи.

4. D- та JK-тригери. Таблиці переходів. Часові діаграми роботи. Реалізація на логічних елементах.

5. Двоступеневі MS-тригери. Особливості роботи. Організація синхросигналів для повного циклу роботи. Схема. Часові діаграми.

### Рекомендована література

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 228-272; – 350 с.

2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 239-286; – 388 с.

3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 176-186; 195-216; – 256 с.

4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 51-78; – 99 с.

### Питання для самоперевірки знань

1. Що таке тригер?

2. Який тригер називається синхронним, а який асинхронним?

3. Що таке RS-тригер? Реалізацію на логічних елементах. Накресліть часові діаграми роботи асинхронного RS-тригера.

4. Що таке D-тригер? Реалізація на логічних елементах. Накресліть часові діаграми роботи.

5. Накресліть умовне позначення JK-тригера.

6. Накресліть умовне позначення MS-тригера.

7. Використання синхронних та асинхронних тригерів.

8. Виконайте розрахунок «Синхронні та асинхронні тригери».

### Додаткові питання

Д.3. Синхронний RS-тригер.

Д.4. Підвищення завадостійкості тригерів. Формувачі тривалості фронтів. Методи боротьби з впливом деренчання контактів.

### **2.3. Лічильники імпульсів**

1. Лічильники імпульсів. Класифікація.
2. Умовно-графічне позначення.
3. Двійкові лічильники імпульсів: схема, епюри, лічба, ємність, коефіцієнти ділення. Таблиця станів.
4. Реверс лічильників.
5. Зворотний зв'язок у лічильниках.
6. Змінення ємності. Лічильники з довільним модулем лічби.
7. Двійково-десятковий лічильник. Схема. Таблиця станів. Епюри.
8. Нарощування ємності лічильників. Каскадування.
9. Ділення частоти за довільним коефіцієнтом. Подільники частоти на основі лічильників.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 247-265; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 258-284; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 180-186; – 256 с.
4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 61-71; – 99 с.

#### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке лічильник?
2. Що таке модуль лічби?
3. Класифікація лічильників.
4. Що таке послідовні лічильники?
5. Що таке паралельні лічильники?
6. Що таке реверсивні лічильники?
7. Лічильники з довільним модулем лічби.
8. Подільники частоти на схемах лічильників імпульсів.
9. Виконайте розрахунок «Лічильник імпульсів. Двійкові лічильники».
10. Виконайте розрахунок «Двійково-десяткові лічильники. Декадні з'єднання лічильників».

#### **Додаткові питання**

**Д.5.** Збільшення розрядності лічильників.

### **2.4. Регістри**

1. Класифікація регістрів.
2. Умовно-графічне позначення.
3. Послідовні регістри. Схема. Часова діаграма роботи.
4. Паралельні регістри. Схема. Часова діаграма роботи.

5. Швидкодія реєстрів.
6. Збільшення розрядності реєстрів.
7. Застосування реєстрів.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 266-272; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 276-284; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 186-188; – 256 с.
4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 72-78; – 99 с.

#### **Питання для самоперевірки знань**

1. Що таке реєстр зсуву?
2. Накреслити схему реєстра зсуву.
3. Що таке реєстр пам'яті?
4. Накреслити схему реєстру пам'яті.
5. Як здійснюється збільшення розрядності реєстрів?

#### **Додаткові питання**

**Д.6.** Швидкодія реєстрів.

### **2.5. Запам'ятовувальні пристрої на ІМС. ВІС**

1. Інтегральні запам'ятовувальні пристрої. Класифікація. Параметри. Принципи побудови запам'ятовувального пристрою (статичного та динамічного). Режим роботи та часові діаграми.
2. Оперативні запам'ятовувачі ВІС ОЗП. Класифікація. Режим роботи та часові діаграми. Умовно-графічне позначення. Інформаційні та керуючі сигнали. ВІС ОЗП. Структура ВІС ОЗП.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004 – С. 297-311; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 312-238; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 96-106; – 256 с.

#### **Питання для самоперевірки знань**

1. Що таке ОЗП? Які функції вони виконують?
2. Що таке ПЗП? Які функції вони виконують?
3. Яка різниця між МЗП, ППЗП та РПЗП?

4. Як відбувається запис та зчитування у накопичувач ОЗП?
5. Які принципи побудови ВІС ОЗП?

#### **Додаткові питання**

**Д.7.** Інформаційні та керуючі сигнали ВІС ОЗП.

**Д.8.** Керування роботою ВІС ПЗП для запису та зчитування.

### **Змістовий модуль 3.**

#### **Цифрова схемотехніка. Комбінаційні пристрої**

##### **3.1. Шифратори та дешифратори**

1. Комбінаційні пристрої. Негативні явища (гонки) та способи їх уникнення.
2. Шифратори. Схеми. Умовно-графічне позначення. Таблиці істинності. Часові діаграми.
3. Дешифратори. Схеми. Умовно-графічне позначення. Таблиці істинності. Часові діаграми.
4. Перетворювачі кодів. Цифрові компаратори. Схеми. Умовно-графічне позначення.

##### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 276-295; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 290-309; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 5-30; – 256 с.
4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 79-92; – 99 с.

##### **Питання для самоперевірки знань**

1. Що таке шифратор?
2. Що таке дешифратор?
3. Які шифратори (дешифратори) називаються повними, а які неповними?
4. Система рівнянь станів кожного виходу шифратора.
5. Система рівнянь станів кожного виходу дешифратора.
6. Виконати розрахунок дешифратора для заданого варіанту.

#### **Додаткові питання**

**Д.1.** Правила схемного включення елементів.

**Д.2.** Перетворювачі коду з семисегментним індикатором. Схема з'єднання.

### **3.2. Мультиплексор та демультіплексор**

1. Мультиплексори та демультіплексори. Умовно-графічне позначення. Таблиці істинності. Застосування.

2. Застосування комбінаційних пристроїв у телекомунікаційних системах передачі.

3. Логічний вислів мультиплексора.

4. Логічний вислів демультіплексора.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 283-286; – 350 с.

2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 299-301; – 388 с.

3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 15-30. – 256 с.

4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 89-92; – 99 с.

#### **Питання для самоперевірки знань**

1. Що таке мультиплексор? Накресліть схему мультиплексора.

2. Що таке демультіплексор? Накресліть схему демультіплексора.

3. Виконати розрахунок мультиплексора та демультіплексора для заданого варіанта.

#### **Додаткові питання**

**Д.3.** Варіант побудови схем мультиплексора та демультіплексора на базі дешифратора та логічних елементів.

### **3.3. Програмовані логічні матриці**

1. Програмовані логічні матриці. Класифікація. Структурна схема. Умовно-графічне позначення. Програмування ПЛМ. Каскадування одноступінних мікросхем ПЛМ.

2. Матрична схема. Дворівневі та трирівневі ПЛМ. Таблиці програмування ПЛМ.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 283-286; – 350 с.

2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 303-309; – 388 с.

3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 89-95; – 256 с.

4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2015. – С. 93-99; – 99 с.

#### **Питання для самоперевірки знань**

1. Що таке програмовані логічні матриці (ПЛМ)?
2. Що таке дворівневі ПЛМ?
3. Які функції виконує кожен рівень дворівневої ПЛМ?
4. Що таке перепрограмована логічна матриця ППЛМ?
5. Що таке трирівнева ПЛМ?
6. Які функції виконує кожен рівень трирівневої ПЛМ?
7. Зробіть розрахунок «Програмовані логічні матриці» для заданого варіанта.

#### **Додаткові питання**

**Д.4.** Варіант побудови схеми дешифратора на базі ПЛМ.

**Д.5.** Варіант побудови схеми шифратора на базі ПЛМ.

#### **Змістовий модуль 4.**

#### ***Цифро-аналогові та аналогово-цифрові перетворювачі***

##### **4.1. ЦАП та АЦП**

1. Структурна схема цифрової системи передачі (ЦСП), що містить аналогове джерело повідомлення, аналогово-цифровий перетворювач, тракт передачі, кінцева будова. Переваги ЦСП. Переваги цифрової обробки сигналів.

2. Цифрово-аналоговий перетворювач, принцип цифрово-аналогового перетворення. Параметри ЦАП. Реалізація ЦАП на основі двійково-зважених резисторів. Умовно-графічне позначення.

3. Принципи аналогово-цифрового перетворення. Параметри АЦП. Класифікація АЦП. Структурні схеми АЦП послідовного наближення, паралельного кодування та подвійного інтегрування. Порівняльний аналіз. Умовно-графічне позначення. Швидкодія. Паралельні АЦП.

#### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 318-340; – 350 с.

2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 329-352; – 388 с.

3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 21-43; – 256 с.

#### **Питання для самоперевірки знань**

1. Які функції виконують аналого-цифрові (АЦП) перетворювачі?
2. Які функції виконують цифро-аналогові (ЦАП) перетворювачі?
3. Що таке матриця на двійково-зважених резисторах?
4. Які вузли входять до складу ЦАП?

5. Що таке АЦП суміжного перетворення?
6. Що таке АЦП розгортальної дії?

#### **Додаткові питання**

- Д.1. Схема нарощування розрядності двійково-десятькового ЦАП.  
Д.2. АЦП розгортального перетворення та стежний АЦП.

### **Змістовий модуль 5.**

#### **Операційні підсилювачі. Каскади на ОП**

##### **5.1. Режими роботи підсилювачів**

1. Режими А, В, С, D. Діаграми роботи, епюри вхідної та вихідної напруг, ККД. Порівняльна характеристика підсилювачів.

##### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 97-101; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 117-121; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 83-87; – 256 с.

##### **Питання для самоперевірки знань**

1. Поясніть вибір робочої точки для здійснення режиму А.
2. Поясніть вплив вибору робочої точки на спотворення сигналу.
3. Поясніть вибір робочої точки для здійснення режиму В.
4. Накресліть схему підсилювача режиму В.
5. Порівняйте ККД в режимах А і В.

##### **Додаткові питання**

- Д.1. Діаграма роботи підсилювача в режимах А, В, С, Д, Е.

##### **5.2. Зворотний зв'язок**

1. Загальні положення. Вплив від'ємного ЗЗ на вхідний та вихідний опори, внутрішні завади, нелінійні спотворення. Транзисторні каскади з від'ємним ЗЗ.
2. Повторювачі. Термостабілізовані підсилювачі.
3. Каскади з додатнім ЗЗ. Структурна схема автогенератора. Автогенератор гармонічних коливань. Мультивібратори.

##### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 114-133; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 137-157. – 388 с.

3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 111-121; – 256 с.

### **Питання для самоперевірки знань**

1. Поясніть суть додатного та від'ємного зворотного зв'язку (ЗЗ).
2. Накресліть структурну схему підсилювача зі ЗЗ за напругою та струмом.
3. Поясніть вплив від'ємного ЗЗ на завадостійкість підсилювача.
4. Поясніть вплив від'ємного ЗЗ на нелінійні створення сигналу.
5. Поясніть суть балансу фаз та балансу амплітуд.
6. Накресліть схему симетричного мультивібратора.

### **Додаткові питання**

**Д.2.** Вплив від'ємного ЗЗ на вхідний та вихідний опору, на внутрішні завади.

### **5.3. Схеми на ОП**

1. Операційний підсилювач. Структурна схема.
2. Вхідне коло операційного підсилювача (ОП) – диференційний каскад (ДК). Придушення наводок. ДК як симетричне РЗ. ДК з динамічним навантаженням у вигляді струмового дзеркала. Вихідний каскад ОП – комплементарний емітерний повторювач. Схема, нульова вихідна напруга спокою, максимальні вихідні напруги сигналу, спотворення.
3. Операційні підсилювачі. Структурна схема. Умовне позначення. Параметри. Схеми уведення зворотного зв'язку в каскадах на ОП.
4. Приймач струму, близький до ідеального, як базовий елемент каскадів на ОП. Інвертуючий та неінвертуючий підсилювачі, повторювач. Підсилення, вхідний опір. Повторювач.
5. Обмежувачі рівнів. Суматор струмів та напруг, інтегратор, диференціатор, логарифматор.
6. Мультивібратор на ОП. Схема, епюри, зміна частоти. Порівняльна характеристика мультивібраторів на БТ та ОП.
7. Джерела напруги, що керуються напругою і струмом. Джерела струму, що керуються напругою і струмом. Порівняльний аналіз завадостійкості підсилювачів напруги і струму.

### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. I / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса; ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 136-163; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 167-188; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 63-76; – 256 с.
4. Методичний посібник для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни "Основи схемотехніки" / [Воробйова О.М., Панфілов І.П., Трінтіна Н.А., Альошина Л.О.]. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – С. 31-43; – 99 с.

### **Питання для самоперевірки знань**

1. Накресліть структурну схему ОП.
2. Накресліть схему резистивного диференційного підсилювача і поясніть його роботу.
3. Накресліть схему комплементарного емітерного повторювача і поясніть його роботу.
4. Розв'яжіть самостійно задачі:
  - а) Розрахунок інвертуючого підсилювача на ОП.
  - б) Розрахунок інвертуючого суматора на ОТ.
5. Накресліть схему повторювача на ОП.
6. Накресліть схему інтегратора та диференціатора.
7. Накресліть схему мультівібратора

### **Додаткові питання**

**Д.3.** Методи збільшення коефіцієнта підсилення у резистивному підсилювачі.

**Д.4.** Підсилювачі на ОП для постійного та змінного струмів. Епюри вхідної та вихідної напруги.

**Д.5.** Перемножувач напруг та дільник напруг на ОП.

**Д.6.** Формувачі рівнів. Діаграма роботи. Придушення завад формувачем рівнів.

### **5.4. Регулювання та живлення ОП**

1. Регулювання у каскадах на ОП.
2. Живлення ОП від одного і двох джерел. Каскадне з'єднання ОП.

### **Рекомендована література**

1. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: навч. посіб. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – С. 16-168; 282-283; – 350 с.
2. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: підручник / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: Фенікс, 2009. – С. 189-192; – 388 с.
3. Воробйова О.М. Основи схемотехніки: конспект лекцій. – Ч. II / О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. – С. 77-80; – 256 с.

### **Питання для самоперевірки знань**

1. Накресліть схем живлення ОП від двох різнополярних джерел напруги і поясніть хід його амплітудної характеристики.
2. Накресліть схему живлення ОП від одного джерела напруги і поясніть хід його амплітудної характеристики.
3. Поясніть вплив вибору робочої точки на спотворення сигналу.
4. Поясніть способи балансування ОП.

### **Додаткові питання**

**Д.7.** Каскади на ОП із зовнішнім балансуванням.

Навчально-методичне видання

Воробйова О.М.,  
Савицька М.П.,  
Флейта Ю.В.

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів  
з дисципліни «Основи схемотехніки»

Редактор Кодрул Л.А.  
Комп'ютерне верстання Гардиман Ж.А