


**ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

Составлен в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника и Положением «Об УМКД РАУ».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
А. Саркисян
21.07.2023.



Инженерно-физический институт

Кафедра Технологии материалов и структур электронной техники

Автор: Профессор, д.т.н., Петросян Олег Арутюнович

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: Б1.В.ДВ.06.01 «Схемотехника»

Направление: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

ЕРЕВАН 2023

1. Аннотация

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины.

В курсе излагаются основные схемотехнические и технологические аспекты развития интегральных микросхем (ИМС), ее проблемах и перспективах. Производится классификация ИМС. Рассматриваются арифметические и логические основы цифровой техники, схемотехника базовых логических элементов, цифровые и аналоговые функциональные узлы, программируемые интегральные схемы, микропроцессоры, микроконтроллеры, оперативные и постоянные запоминающие устройства. Проводится анализ и расчет статических режимов работы и переходные процессы рассмотренных схем и анализируются современные методы моделирования этих ИМС. Подробно рассматриваются основные принципы построения типовых цифровых и аналоговых ИМС и методы схемотехнического проектирования и применения микросхем в микроэлектронной аппаратуре.

1.2. Выписка из ФГОС ВПО РФ по минимальным требованиям к дисциплине

В результате изучения курса лекций по предмету «Схемотехника» студент должен:

знать современную элементную базу цифровых и аналоговых ИМС и их базовые схемные конфигурации, физические принципы работы, характеристики и параметры ИМС, современные методы расчета основных характеристик и параметров ИМС, о перспективных направлениях развития ИМС, о технологических и физических ограничениях улучшения параметров ИМС.

уметь применять методы расчета параметров, характеристик и моделирования элементной базы цифровых и аналоговых ИМС, применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании процессов, протекающих в различных цепях цифровой и аналоговой ИМС, синтезировать структурные и электрические схемы ИМС, применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования ИМС.

владеть методами расчета и анализа типовых цифровых и аналоговых ИМС, математическим и компьютерным инструментарием расчета параметров ИМС и средствами автоматизированного схемотехнического проектирования.

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Данная дисциплина взаимосвязана с такими дисциплинами как: твердотельная электроника;

наноэлектроника; технология полупроводниковых материалов и приборов, методы математического моделирования с целью их оптимизации.

1.4. Требования к исходным уровням знаний, умений и навыков студентов для прохождения дисциплины (что должен знать, уметь и владеть студент для прохождения данной дисциплины)

Студент должен

знать: основы твердотельной электроники, тенденции и перспективы развития микро- и нано-электроники, а также смежных областей науки и техники; элементный базис интегральных схем, специальные вопросы технологии микроэлектроники в объеме стандартных курсов бакалавриата данного направления;

уметь: составлять алгоритм решения математической модели, писать компьютерную программу на каком либо языке программирования для визуализации результатов теоретических расчетов.

владеть: модельным, математическим и компьютерным инструментарием расчета и моделирования параметров и характеристик цифровых и аналоговых ИМС с целью их оптимизации.

1.5. Предварительное условие для прохождения (дисциплины, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины)

Общий курс физики, физика твердого тела, физика гетероструктур, наноэлектроника, технология полупроводниковых приборов, специальные вопросы технологии микроэлектроники.

2. Содержание

Цель преподавания дисциплины: формирование у студентов представлений о тенденциях развития современной элементной базы полупроводниковой электроники, формирование знаний в области цифровых и аналоговых электронных схем, принципов их разработки, функционирования и применения, методах и способах расчета электронных схем.

Учебная задача: изучение основ полупроводниковой схемотехники, принципов построения, изготовления и применения полупроводниковых ИМС, обучение студентов принципам расчета и математического описания цифровых электронных схем. На базе этих знаний приобретение навыков моделирования и понимания работы цифровых и аналоговых электронных схем

2.1. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

После изучения дисциплины студент должен:

- **знать** конструктивно-технологические и схемотехнические особенности проектирования, изготовления и контроля полупроводниковых приборов и ИС;
- **уметь** правильно выбирать конструкцию и технологию изготовления компонентов ИС, моделировать и понимать работу логических элементов и микропроцессоров, проводить сравнительную технико-экономическую оценку микроэлектронной продукции.
- **иметь** представление о перспективах и направлениях развития микроэлектроники, технологических и фундаментальных ограничениях.
- **владеть** модельным, математическим и компьютерным инструментарием конструирования, составления технологического маршрута и расчета параметров микроэлектронных приборов и ИС.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и кредитах)

2.2.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего (ак. час)
Общая трудоемкость изучения дисциплины, в т.ч.:	108
1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	70
1.1. Лекционные занятия	18
1.2. Практические занятия	52
2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	38
2.1. Подготовка к практическим занятиям и к зачету	38
Итоговый контроль	зачет

2.2.2 Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
МОДУЛЬ 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СХЕМОТЕХНИКИ	3	3	-
<u>Введение</u>	1	1	-
<u>Раздел 1. Основные положения. Обзор рынка ИМС, тенденции развития.</u>	2	2	-
<i>Тема 1.1. Этапы и основные факторы развития микроэлектроники</i>	1	1	-
<i>Тема 1.2. Классификация ИМС, термины, определения.</i>	1	1	-
МОДУЛЬ 2. КОМПОНЕНТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	6	1	5
<u>Раздел 2. Пассивные компоненты интегральных схем.</u>	2	-	2
<i>Тема 2.1. Полупроводниковые резисторы и конденсаторы.</i>	2	-	2
<u>Раздел 3. Активные компоненты интегральных схем.</u>	4	1	3
<i>Тема 3.1. Биполярные и МОП транзисторы.</i>	4	1	3
МОДУЛЬ 3. ОСНОВЫ БУЛЕВОЙ АЛГЕБРЫ. СХЕМОТЕХНИКА БАЗОВЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (БЛЭ)	13	3	10
<u>Раздел 4. Основы булевой алгебры и БЛЭ.</u>	13	3	10
<i>Тема 4.1. Основные логические операции и функции, таблица истинности.</i>	1	-	1
<i>Тема 4.2. БЛЭ и их условные обозначения, основные характеристики и параметры.</i>	1	-	1
<i>Тема 4.3. Функционально полные системы логических элементов.</i>	1	-	1
<i>Тема 4.4. Методы синтеза структурных схем, минимизация логических функций.</i>	3	1	2
<i>Тема 4.5. Схемотехника БЛЭ на основе транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).</i>	2	1	1
<i>Тема 4.6. Схемотехника БЛЭ на основе эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ).</i>	1	-	1
<i>Тема 4.7. Схемотехника БЛЭ на основе интегральной инжекционной логики (И²Л).</i>	1	-	1
<i>Тема 4.8. Схемотехника БЛЭ на основе МОП и комплементарных МОП структурах.</i>	3	1	2
МОДУЛЬ 4. КОМБИНАЦИОННЫЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА	15	3	12
<u>Раздел 5. Типовые комбинационные логические устройства.</u>	4	-	4
<i>Тема 5.1. Дешифраторы и шифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры.</i>	2	-	2

Тема 5.2. Сумматоры и полусумматоры. Компараторы.	2	-	2
---	---	---	---

<i>I</i>	2	3	4
<u>Раздел 6. Типовые последовательные логические устройства.</u>	11	3	8
Тема 6.1. Триггеры: RS, JK, T, D. Функциональные схемы и принцип работы.	5	1	4
Тема 2.2. Счетчики: назначение, классификация, основные типы и принцип работы.	3	1	2
Тема 6.3. Регистры: назначение, классификация, основные типы и принцип работы.	3	1	2
МОДУЛЬ 5. ПРОГРАММИРУЕМЫЕ И ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА	17	4	13
<u>Раздел 7. Программируемые элементы.</u>	6	1	5
Тема 7.1. Программируемые логические матрицы (ПЛМ).	1	-	1
Тема 7.2. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).	5	1	4
<u>Раздел 8. Запоминающих устройств.</u>	11	3	8
Тема 8.1. Статические запоминающие устройства.	6	2	4
Тема 8.2. Динамические запоминающие устройства.	1	-	1
Тема 8.3. Постоянные запоминающие устройства	4	1	3
МОДУЛЬ 6. СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ИМС	16	4	12
<u>Раздел 9. Основные типы аналоговых микросхем.</u>	6	2	4
Тема 9.1. Дифференциальные усилители.	1	-	1
Тема 9.2. Операционные усилители.	4	2	2
Тема 9.3. Аналоговые компараторы.	1	-	1
<u>Раздел 10. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразование</u>	8	2	6
Тема 10.1. Цифро-аналоговые преобразователи.	4	1	3
Тема 10.2. Аналого-цифровые преобразователи.	4	1	3
<u>Раздел 11. Цепи питания полупроводниковых схем.</u>	2	-	2
Тема 11.1. Источники опорного напряжения и стабилизаторы напряжения.	2	-	2
ИТОГО	72	18	54

2.2.3 Содержание разделов и тем дисциплины

МОДУЛЬ 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СХЕМОТЕХНИКИ

Введение

Раздел 1. Основные положения. Обзор рынка ИМС, тенденции развития.

Тема 1.1. Этапы и основные факторы развития микроэлектроники

Тема 1.2. Классификация ИМС, термины, определения.

МОДУЛЬ 2. КОМПОНЕНТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Раздел 2. Пассивные компоненты интегральных схем.

Тема 2.1. Полупроводниковые резисторы и конденсаторы.

Раздел 3. Активные компоненты интегральных схем.

Тема 3.1. Биполярные и МОП транзисторы.

МОДУЛЬ 3. ОСНОВЫ БУЛЕВОЙ АЛГЕБРЫ. СХЕМОТЕХНИКА БАЗОВЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (БЛЭ)

Раздел 4. Основы булевой алгебры и БЛЭ.

Тема 4.1. Основные логические операции и функции, таблица истинности.
Тема 4.2. БЛЭ и их условные обозначения, основные характеристики и параметры.
Тема 4.3. Функционально полные системы логических элементов.
Тема 4.4. Методы синтеза структурных схем, минимизация логических функций.
Тема 4.5. Схемотехника БЛЭ на основе транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).
Тема 4.6. Схемотехника БЛЭ на основе эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ).
Тема 4.7. Схемотехника БЛЭ на основе интегральной инжекционной логики (И²Л).
Тема 4.8. Схемотехника БЛЭ на основе МОП и комплементарных МОП структурах.
МОДУЛЬ 4. КОМБИНАЦИОННЫЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Раздел 5. Типовые комбинационные логические устройства.

Тема 5.1. Дешифраторы и шифраторы. Мультиплексоры и демультимплексоры.

Тема 5.2. Сумматоры и полусумматоры. Компараторы.

Раздел 6. Типовые последовательные логические устройства.

Тема 6.1. Триггеры: RS, JK, T, D. Функциональные схемы и принцип работы.

Тема 6.2. Счетчики: назначение, классификация, основные типы и принцип работы.

Тема 6.3. Регистры: назначение, классификация, основные типы и принцип работы.

МОДУЛЬ 5. ПРОГРАММИРУЕМЫЕ И ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Раздел 7. Программируемые элементы.

Тема 7.1. Программируемые логические матрицы (ПЛМ).

Тема 7.2. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).

Раздел 8. Запоминающих устройств.

Тема 8.1. Статические запоминающие устройства.

Тема 8.2. Динамические запоминающие устройства.

Тема 8.3. Постоянные запоминающие устройства.

МОДУЛЬ 7. СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ИМС

Раздел 9. Основные типы аналоговых микросхем.

Тема 9.1. Дифференциальные усилители.

Тема 9.2. Операционные усилители.

Тема 9.3. Аналоговые компараторы.

Раздел 10. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразование

Тема 10.1. Цифро-аналоговые преобразователи.

Тема 10.2. Аналого-цифровые преобразователи.

Раздел 11. Цепи питания полупроводниковых схем.

Тема 11.1. Источники опорного напряжения и стабилизаторы напряжения.

3. Теоретический блок

3.1. *Материалы по теоретической части курса*

3.1.1. Учебники

1. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для вузов. - М: Лаборатория Базовых Знаний, 2001 - 488с.
2. Быстров Ю. А., Мироненко И.Г. Электронные цепи и микросхемотехника. Учебник. М., Высшая школа, 2002.
3. Антипенский Р.В., Фадин А.Г. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств. - М: Техносфера, 2007.
4. Рабаи Ж.М., Чандракасан А., Николич Б. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования. Изд. - М.: Вильямс, 2007.
5. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Том 1. - М.: ДМК Пресс, 2008. - 832 с.
6. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Том 2. - М.: ДМК Пресс, 2008. - 942 с.
7. Алексенко А. Г. Основы микросхемотехники / А.Г. Алексенко. - М.: Лаб. Базовых знаний, 2004. - 448 с.
8. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; под ред. О.П. Глудкина. - М.: Горячая линия - Телеком, 2005. - 768 с.
9. Емельянов В.А. Быстродействующие цифровые КМОП БИС. - Мн.: Полифакт, 1998. - 326 с.
10. Новиков Ю.В., Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. - М.: Мир, 2001. - 379 с.
11. Соловьев В.В., Проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем. - М.: Горячая линия-Телеком, 2001. - 636 с.
12. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. - СПб: ВНУ - Санкт-Петербург, 2000 г, 528 с.
13. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств. - М.: Горячая линия - Телеком, 2005, 320 с.
14. Барри Уилкинсон. Основы проектирования цифровых схем. - М.: Изд. Дом "Вильямс", 2004. - 320 с.
15. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых устройств. - М.: издательский дом "Додэка-XXI", 2007. - 528 с.
16. Преснухин Л.Н., Воробьев Н.В., Шишкевич А.А. Расчёт элементов цифровых устройств. - М.: Высшая школа, 1991. - 526 с.
17. М.Н.Петров М.Н., Гудков Г.В. Моделирование компонентов и элементов СБИС. Учеб. пособие. НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2006. - 584 с.
18. Казёнов Г.Г. Основы проектирования интегральных схем и систем. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 295 с.
19. Красников Г.Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных КМОП транзисторов: В 2-х ч. - Часть 1. - М.: Техносфера, 2002. - 416 с.
20. Королев М.А., Крупкина Т.Ю., Ревелева М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. - М.: Бином.Лаборатория знаний, 2007. - 397 с.

3.1.2. Краткий конспект лекций (краткие аннотации по каждой теме)

МОДУЛЬ 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СХЕМОТЕХНИКИ

Введение

Предмет дисциплины и ее задачи. Роль микроэлектроники в современной науке и технике. Основные термины и определения.

Раздел 1. Основные положения. Обзор рынка ИМС, тенденции развития.

Тема 1.1. Этапы и основные факторы развития микроэлектроники

Основные направления развития микроэлектроники. Поколения элементной базы. Факторы, определяющие развитие схемотехники: компоненты; технология; оборудование.

Тема 1.2. Классификация ИМС, термины, определения.

Основные определения, термины. Классификация ИМС: методы изготовления; степень интеграции; вид сигнала. Основные технологические процессы изготовления компонентов.

МОДУЛЬ 2. КОМПОНЕНТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Раздел 2. Пассивные компоненты интегральных схем.

Тема 2.1. Полупроводниковые резисторы и конденсаторы.

Структуры диффузионных и ионно-легированных резисторов. Структуры диффузионного и МОП-конденсаторов. Эквивалентные схемы резисторов и конденсаторов и их параметры.

Раздел 3. Активные компоненты интегральных схем.

Тема 3.1. Биполярные и МОП транзисторы.

Структура биполярного транзистора. Принцип и режимы работы. Схемы включения. Разновидности биполярных транзисторов: многоэмиттерный; многоколлекторный; с барьером Шоттки. Структура МОП транзистора. Принцип и режимы работы. Схемы включения. Структура КМОП транзистора. Влияние конструктивных факторов на параметры МОП транзисторов. Способы улучшения параметров МОП транзисторов.

МОДУЛЬ 3. ОСНОВЫ БУЛЕВОЙ АЛГЕБРЫ. СХЕМОТЕХНИКА БАЗОВЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Раздел 4. Основы булевой алгебры и БЛЭ.

Тема 4.1. Основные логические операции и функции, таблица истинности.

Представление чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды чисел. Алгебра логики. Понятия о логических константах, переменных. Базовые функции алгебры логики, Постулаты и законы алгебры логики. Основные логические операции и функции, таблица истинности. Представление констант и переменных электрическими цифровыми сигналами.

Тема 4.2. БЛЭ и их условные обозначения, основные характеристики и параметры.

БЛЭ и их условные графические обозначения. Классификация и основные требования к БЛЭ: совместимость входных и выходных сигналов, нагрузочная способность, помехоустойчивость. Характеристики БЛЭ: передаточная и переходная характеристики; статические, динамические. Классификация и основные области применения БЛЭ.

Тема 4.3. Функционально полные системы логических элементов.

Функционально полные системы логических элементов: базисы логических элементов и их особенности.

Тема 4.4. Методы синтеза структурных схем, минимизация логических функций.

Методы описания и упрощения логических функций. Карты Карно.

Тема 4.5. Схемотехника БЛЭ на основе транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).

БЛЭ транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ и ТТЛШ): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, способы повышения быстродействия, разновидности и основные параметры.

Тема 4.6. Схемотехника БЛЭ на основе эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ).

БЛЭ эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, способы повышения быстродействия, разновидности и основные характеристики.

Тема 4.7. Схемотехника БЛЭ на основе интегральной инжекционной логики (И²Л).

БЛЭ интегральной инжекционной логики (И²Л): схемотехника, разновидности, основные характеристики, принципы работы и особенности построения структуры.

Тема 4.8. Схемотехника БЛЭ на основе МОП и комплементарных МОП структурах.

БЛЭ на МОП-транзисторах (п-МОП, р-МОП, КМОП): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, разновидности и основные характеристики.

МОДУЛЬ 4. КОМБИНАЦИОННЫЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Раздел 5. Типовые комбинационные логические устройства.

Тема 5.1. Дешифраторы и шифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры.

Назначение, условные графические обозначения, классификация, временные диаграммы работы и принципы построения и их синтез в заданном базисе БЛЭ. Особенности построения на реальной элементной базе.

Тема 5.2. Сумматоры и полусумматоры. Компараторы.

Назначение, условные графические обозначения, классификация, временные диаграммы работы и принципы построения и их синтез в заданном базисе БЛЭ. Особенности построения на реальной элементной базе.

Раздел 6. Типовые последовательные логические устройства.

Тема 6.1. Триггеры: RS, JK, T, D. Функциональные схемы и принцип работы.

Назначение, условные графические обозначения, классификация, методы описания, таблицы переходов триггеров. временные диаграммы работы и принципы построения и их синтез в заданном базисе БЛЭ. Особенности построения на реальной элементной базе.

Тема 6.2. Счетчики: назначение, классификация, основные типы и принцип работы.

Назначение, условные графические обозначения, классификация, методы описания, таблицы переходов триггеров. временные диаграммы работы и принципы построения и их синтез в заданном базисе БЛЭ. Особенности построения на реальной элементной базе.

Тема 6.3. Регистры: назначение, классификация, основные типы и принцип работы.

Назначение, условные графические обозначения, классификация, методы описания, таблицы переходов триггеров. временные диаграммы работы и принципы построения и их синтез в заданном базисе БЛЭ. Особенности построения на реальной элементной базе.

МОДУЛЬ 5. ПРОГРАММИРУЕМЫЕ И ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Раздел 7. Программируемые элементы.

Тема 7.1. Программируемые логические матрицы (ПЛМ).

Программируемые элементы, узлы и устройства. Логические матрицы (ПЛМ): особенности конструирования и функционирования. Конструкторско-технологические решения ПЛМ, особенности построения, разновидности, области применения.

Тема 7.2. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).

Программируемые элементы, узлы и устройства. Логические интегральные схемы (ПЛИС), особенности конструирования и функционирования. Конструкторско-технологические решения ПЛИС: ПЛИС с масочным программированием, электрически программируемые и репрограммируемые ПЛИС. Особенности построения, разновидности, области применения. СБИС типа «система на кристалле». ПЛИС семейства Altera.

Раздел 8. Запоминающих устройств.

Тема 8.1. Статические запоминающие устройства.

Полупроводниковые запоминающие устройства (ЗУ). Назначение. Основные определения и классификация. Структура при одномерной и двумерной организации. Классификация, принципы построения, основные характеристики и области применения. Схемотехника статических запоминающих устройств на биполярных и МОП транзисторах: типовые схемы запоминающих ячеек. Принципы построения памяти большой разрядности и адресного пространства.

Тема 8.2. Динамические запоминающие устройства.

Классификация, принципы построения, основные характеристики и области применения. Схемотехника динамических запоминающих устройств на биполярных и МОП транзисторах: типовые схемы запоминающих ячеек. Принципы построения памяти большой разрядности и адресного пространства.

Тема 8.3. Постоянные запоминающие устройства.

Классификация, принципы построения, основные характеристики и области применения. Схемотехника постоянных запоминающих устройств на биполярных и МОП транзисторах: типовые схемы запоминающих ячеек. Принципы построения памяти большой разрядности и адресного пространства. Масочные, прожигаемые и репрограммируемые ПЗУ. Flash.

МОДУЛЬ 7. СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ИМС

Раздел 9. Основные типы аналоговых микросхем.

Тема 9.1. Дифференциальные усилители.

Принципы аналоговой схемотехники. Схемотехника элементарных узлов аналоговой электроники: усилительные каскады, повторители напряжения и тока, каскоды, дифференциальные каскады.

Тема 9.2. Операционные усилители.

Схемотехника операционных усилителей: структурные и принципиальные схемы, амплитудные и частотные параметры, характеристики и область применения. Основные правила и схемы включения. Схемы суммирования, интегрирования, дифференцирования, логарифмирования, перемножения сигналов.

Тема 9.3. Аналоговые компараторы.

Схемотехника аналоговых компараторов: структурные и принципиальные схемы, основные параметры, характеристики и область применения. Выходные каскады компараторов.

Раздел 10. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразование.

Тема 10.1. Цифро-аналоговые преобразователи.

Методы цифро-аналоговых преобразований. Цифро-аналоговые преобразователи, классификация и структурные схемы. Принципы работы и особенности реализации. Типовые схемы построения.

Тема 10.2. Аналого-цифровые преобразователи.

Методы аналого-цифровых преобразований. Аналого-цифровые преобразователи, классификация и структурные схемы. Принципы работы и особенности реализации. Типовые схемы построения.

Раздел 11. Цепи питания полупроводниковых схем.

Тема 11.1. Источники опорного напряжения и стабилизаторы напряжения.

Цепи питания полупроводниковых схем. Стабилитроны. Источники опорного напряжения и стабилизаторы напряжения.. Назначение и применение. Типовые схемы построения.

4. Практический блок

Примерные темы практических занятий

1. Полупроводниковые резисторы и конденсаторы.
2. Биполярные и МОП транзисторы.
3. Основные логические операции и функции, таблица истинности.
4. БЛЭ и их условные обозначения, основные характеристики и параметры.
5. Функционально полные системы логических элементов.
6. Методы синтеза структурных схем, минимизация логических функций.
7. Схемотехника БЛЭ на основе транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).
8. Схемотехника БЛЭ на основе эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ).
9. Схемотехника БЛЭ на основе интегральной инжекционной логики (И²Л).
10. Схемотехника БЛЭ на основе МОП и комплементарных МОП структурах.
11. Дешифраторы и шифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры.
12. Сумматоры и полусумматоры. Компараторы.
13. Триггеры: RS, JK, T, D. Функциональные схемы и принцип работы.
14. Счетчики: назначение, классификация, основные типы и принцип работы.
15. Регистры: назначение, классификация, основные типы и принцип работы.
16. Программируемые логические матрицы (ПЛИМ).
17. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).
18. Статические запоминающие устройства.
19. Динамические запоминающие устройства.
20. Постоянные запоминающие устройства.
21. Дифференциальные усилители.
22. Операционные усилители.
23. Аналоговые компараторы.
24. Цифро-аналоговые преобразователи.
25. Аналого-цифровые преобразователи.
26. Источники опорного напряжения и стабилизаторы напряжения.

5. Материалы по оценке и контролю знаний

Экзаменационные вопросы

1. Классификация ИМС
2. Структура биполярного транзистора, принцип работы и характеристики.
3. Структура МДП транзистора, принцип работы и характеристики.
4. Структура КМДП транзистора, принцип работы и характеристики.
5. Перспективные направления современной микроэлектроники.
6. Классификация электронных сигналов. Параметры импульсов в электронных цепях.
7. Особенности работы транзисторного ключа на емкостную нагрузку.
8. Способы повышения быстродействия транзисторных ключей. Пояснить работу ключа с диодом Шоттки.
9. Основные законы и правила булевой алгебры. Базовые логические элементы
10. Упрощение булевых выражений с помощью карт Карно.
11. Понятие логического элемента и его основные характеристики.
12. Схемотехника и принцип действия логических элементов ТТЛ. Особенности логических элементов с высокой нагрузочной способностью и открытым коллектором.
13. Базовый логический элемент интегральной инжекционной логики И²Л. Принцип действия и технологические особенности структуры.
14. Транзисторно-транзисторная логика. ТТЛ с простым инвертором.
15. ТТЛ со сложным инвертором. Входная и выходная характеристики.
16. Модификации ТТЛ: увеличение нагрузочной способности, повышение быстродействия, реализация высокоимпедансного состояния.
17. Базовый элемент эмиттерно-связанной логики. Способы повышения помехоустойчивости ЭСЛ.

18. Логические элементы на МОП транзисторах.
19. Логические элементы на КМОП ключах.
20. Преобразователи уровней сигнала. КМОП-ТТЛ.
21. Преобразователи уровней сигнала на основе переключателей тока. ЭСЛ-ТТЛ.
22. Особенности схемотехники ИМС на полевых транзисторах. КМОП структуры.
23. Мультиплексоры и демультимплексоры.
24. Шифраторы и дешифраторы. Их применение в цифровых схемах.
25. Сумматоры. Определение, классификация. полусумматор и полный двоичный сумматор. Уравнения и структуры.
26. Дешифраторы. Классификация по определяющим признакам..
27. Мультиплексоры. Уравнения и структура.
28. Цифровые компараторы. Уравнения и структура.
29. Триггеры. Триггеры, классификация. Схемотехника и принцип действия простейшего RS триггера.
30. RS-триггеры на ЛЭ ИЛИ-НЕ.
31. Асинхронные RS-триггеры на ЛЭ И-НЕ.
32. Синхронные RS-триггеры на ЛЭ И-НЕ.
33. Синхронные RS-триггеры на ЛЭ ИЛИ-НЕ.
34. Д-триггеры.
35. Т-триггеры.
36. JK-триггеры.
37. Регистры. Определение и классификация.
38. Реверсивный регистр.
39. Двоичные суммирующие счетчики.
40. Двоичные вычитающие счетчики.
41. Двоичные реверсивные счетчики.
42. Классификация ЗУ по определяющим признакам.
43. Запоминающие устройства. Общая классификация.
44. Однократно программируемые постоянные запоминающие устройства.
45. Перепрограммируемые постоянные запоминающие устройства. Особенности работы и структуры запоминающей ячейки.
46. Программируемые логические матрицы. Структура и принципы построения.
47. Программируемые логические интегральные схемы. Структура и принципы построения.
48. Статические и динамические оперативные запоминающие устройства. Схемотехнические решения.
49. Линейные цепи. Переходные процессы в линейных цепях RC.
50. Линейные цепи. Переходные процессы в линейных цепях RL.
51. Дифференцирующие и интегрирующие цепи.
52. Электронные усилители, характеристики и параметры усилителей.
53. Схемотехника и принцип действия дифференциального усилителя.
54. Обратные связи в усилителях. Влияние положительной и отрицательной обратной связи на работу усилительного каскада.
55. Операционные усилители, общая характеристика и принцип построения. Операционные усилители с улучшенными характеристиками.
56. Инвертирующее и неинвертирующее включение операционного усилителя.
57. Компаратор напряжения на ОУ.
58. Простейшие аналого-цифровые схемы.
59. Цифро-аналоговые преобразователи.
60. Аналого-цифровые преобразователи.
61. Источники напряжения, источники опорного напряжения.

6. Методический блок

6.1. Преподавание данного курса основывается на:

- Проведение лекционных занятий согласно тематическому плану;
- Контроль усвоенного материала;
- Организация самостоятельной работы студента.
- Проведение лабораторных работ.

В качестве основной образовательной технологии при изучении дисциплины «Схемотехника» является «Технология объяснительно-иллюстративного обучения», так как она ориентирована на формирование системы знаний на основе упорядоченной, логически построенной подачи учебного материала в виде лекций. Данный подход является обоснованным, потому что изучаемая дисциплина изобилует большим количеством специальных терминов и понятий, выстроенных в последовательную логическую цепочку.

Чтение лекций подчиняется концептуально-интерпретирующей тенденции. На лекциях в основном осуществляется обзор и анализ различных подходов к описанию свойств, характеристик и областей применения приборов микроэлектроники. Лекционный курс построен таким образом, что сведения о классических процессах в технологии даются в виде ссылок на авторские учебники и учебные пособия. Основной задачей является систематизация материала и обучение студента умению ориентироваться в нем. Такой подход стимулирует самостоятельную работу студента по освоению данного учебного курса.

Тип проведения лекций зависит от пройденного материала лекционного курса. Изучение каждого модуля начинается с «Проблемной лекции», которая призвана постановить задачу, которую в ходе изложения материала необходимо решить. На проблемной лекции обязателен диалог преподавателя и студентов, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются сами обучающиеся.

Усвоение материала студентами контролируется путем тестирования по отдельным модулям дисциплины, а также путем количественных подсчетов коэффициента активности студента на лекции.

6.2. При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются следующие ее формы:

- подготовка и написание кратких сообщений для выступления на занятиях (не более 5 минут).
- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это может быть: подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса с использованием различных источников, в том числе и сети Интернет.
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и инициативная группа студентов.