

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

31/1/2

Одобрено кафедрой
«Транспортная связь»

Утверждено
деканом факультета
«Управление процессами
перевозок»

ЭЛЕКТРОНИКА

Рабочая программа
для студентов III курса

специальности

210700 АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (АТС)

специализации

101800 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ЭНС)



Москва – 2004

Рабочая программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего профессионального образования и удовлетворяет государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки инженера путей сообщения—электрика по специальности 210700 Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте (АТС).

С о с т а в и т е л ь: д-р техн. наук, доц. И.П. Кнышев

1. ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины студенты прослушивают курс лекций, выполняют лабораторные и курсовую работы, а также самостоятельно прорабатывают рекомендованную литературу.

Цели изучения дисциплины следующие:

- изучить физические принципы действия, характеристики, параметры основных типов электровакуумных, газоразрядных и полупроводниковых приборов. Ознакомиться с областями их применения;
- изучить принципы построения, параметры и характеристики основных типов аналоговых и цифровых устройств на электронных приборах;
- освоить основные этапы и методы расчета (проектирования) электронных устройств;
- получить навыки измерения параметров и характеристик электронных приборов и устройств.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучив дисциплину, студент должен:

2.1. *Иметь представление:*

- о перспективах развития электронных приборов и интегральных микросхем;
- о принципах согласования различных серий интегральных микросхем;
- об основных областях применения электронных приборов и устройств на железнодорожном транспорте.

2.2. *Знать и уметь использовать:*

- принцип действия, параметры и характеристики полупроводниковых, электровакуумных и газоразрядных приборов;
- основные типы, принципы построения и функционирования, параметры и характеристики усилителей, генераторов, импульсных и цифровых устройств;
- виды интегральных схем, области их применения, параметры и характеристики;

- методы расчета и измерения параметров и характеристик основных типов аналоговых и цифровых устройств.

2.3. Иметь опыт:

- измерения параметров и характеристик электронных приборов;
- расчета основных типов усилителей, генераторов, импульсных и цифровых устройств;
- измерения параметров и характеристик усилителей, импульсных и цифровых устройств.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс-III
Общая трудоемкость дисциплины	108	
Аудиторные занятия:	16	
лекции	8	
лабораторный практикум	8	
Самостоятельная работа:	62	
курсовая работа	30	1
Вид итогового контроля		Зачет, экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Лабораторный практикум, ч
1	Введение		
2	Электровакуумные приборы	0,5	
3	Газоразрядные приборы	0,5	
4	Полупроводниковые приборы		
5	Основы физики полупроводников	0,5	
6	Свойства полупроводниковых переходов	0,5	
7	Полупроводниковые диоды	0,5	1
8	Биполярные транзисторы	0,5	1
9	Полевые транзисторы	0,5	1

10	Многослойные переключающие приборы	0,5	
11	Основы микроэлектроники	0,5	
12	Оптоэлектроника	0,5	1
13	Акустоэлектроника	0,5	
14	Аналоговые устройства		
15	Усилительные устройства	0,5	1
16	Генераторы гармонических колебаний	0,5	
17	Цифровые устройства	0,5	
18	Простейшие импульсные устройства	0,5	1
19	Регенеративные импульсные устройства	0,5	1
20	Основные типы цифровых устройств	0,5	1

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Введение

Составные части дисциплины. Важнейшие этапы развития электроники. Основные типы элементов радиоэлектронных схем.

В данном разделе рассматриваются составные части дисциплины, основные этапы и хронологические даты изобретения приборов и устройств электроники, параметры и характеристики пассивных компонентов электронных устройств.

[1, гл. 1; 3, §1.4]

Раздел 2. Электровакуумные приборы

Протекание тока в вакууме, термоэлектронная эмиссия, электровакуумный диод. Электровакуумный триод, тетрод, пентод: принцип действия, параметры и вольтамперные характеристики (ВАХ). Назначение, типы, принцип действия, параметры и характеристики электронно-лучевых трубок.

В данном разделе рассматриваются принцип действия, параметры и характеристики основных типов электровакуумных приборов, их конструкции, области применения.

[5, §3.8]

Раздел 3. Газоразрядные приборы

Электрический разряд в газе, вольт-амперная характеристика (ВАХ), свойства. Разрядники, газоразрядные стабилитроны и тиратроны; их типы и параметры. Газоразрядные индикаторные приборы, их типы и области применения.

В данном разделе даются основные сведения о принципе действия, параметрах и характеристиках основных типов газоразрядных приборов, областях их применения.

[5, §3.2, §3.7]

Раздел 4. Полупроводниковые приборы

4.1. Основы физики полупроводников

Полупроводниковые материалы, собственные и примесные (*p*-типа, *n*-типа, вырожденные и компенсированные) полупроводники. Концентрация свободных носителей заряда. Дрейфовое и диффузионное движение носителей заряда и параметры, их характеризующие: подвижность, коэффициент диффузии, дрейфовая скорость носителей. Электропроводность полупроводников и влияние температуры. Генерация и рекомбинация, время жизни носителей заряда, диффузионная длина.

В данном разделе рассматриваются типы полупроводников, их свойства, типы носителей зарядов и особенности протекания тока.

[5, §2.1, §2.2]

4.2. Свойства полупроводниковых переходов

Разновидности электрических переходов и методы их создания. *P-n* переход, его образование и свойства. Параметры *p-n* перехода: ширина обедненного слоя, высота потенциального барьера, емкость перехода. ВАХ *p-n*-перехода и реального диода. Сопротивление базы, виды пробоя. Зависимость ВАХ от температуры. Выпрямляющий переход металл-полупроводник: физические процессы и ВАХ.

В данном разделе рассматривается образование *p-n*-перехода, его ВАХ, параметры и свойства.

[5, §2.3]

4.3. Полупроводниковые диоды

Разновидности полупроводниковых диодов:

- выпрямительные;
- импульсные;
- стабилитроны;
- варикапы;
- туннельные и обращенные;
- СВЧ-диоды.

Особенности конструкции, основные характеристики, параметры и их зависимость от внешних условий.

В данном разделе рассматриваются типы, параметры и характеристики диодов.

[5, §2.4, §2.5, §2.6]

4.4. Биполярные транзисторы

Виды структуры, режимы работы, схемы включения. Физические параметры (коэффициенты передачи тока в схемах ОЭ и ОБ, сопротивления переходов, областей базы и коллектора, емкости транзистора и др.), их режимные и температурные зависимости.

Статические характеристики в схемах ОЭ и ОБ; их зависимость от температуры. Модели транзистора: по постоянному току, низкочастотная и высокочастотная. Транзистор как линейный четырехполюсник, системы параметров и их связь с физическими параметрами. Малосигнальные эквивалентные схемы.

Работа транзистора на высокой частоте, частотные параметры. Шумы в транзисторах. Работа транзистора в ключевом режиме, импульсные параметры.

Конструктивно-технологические разновидности дискретных транзисторов. Мощные и СВЧ-транзисторы: особенности конструкций, основные параметры.

В данном разделе рассматриваются типы, параметры и характеристики биполярных транзисторов, схемы их включения.

[5, §2.7, §2.8]

4.5. Полевые транзисторы

Устройство, принцип действия и классификация полевых транзисторов с управляющим *p-n* переходом и переходом металл-диэлектрик-полупроводник (МДП или МОП).

Физические параметры (напряжение отсечки и пороговое, крутизна, внутреннее сопротивление и др.) полевых транзисторов с управляющим *p-n* переходом, их режимная и температурная зависимость. ВАХ транзисторов в схеме с общим истоком.

Устройство и принцип действия МДП-транзисторов с индуцированным и встроенным каналами. Физические процессы в МДП-структуре, режимы обогащения, обеднения, инверсии. Физические параметры, ВАХ и их зависимость от температуры.

Модели полевых транзисторов. Полевой транзистор как линейный четырехполюсник, система *u*-параметров и их связь с физическими. Работа полевых транзисторов на высокой частоте, частотные параметры. Малосигнальные эквивалентные схемы. Работа полевого транзистора в ключевом режиме, импульсные параметры. Конструктивно-технологические разновидности полевых транзисторов. Мощные МДП-транзисторы.

В данном разделе рассматриваются типы, параметры и характеристики полевых транзисторов, схемы их включения.

[5, §2.10]

4.6. Многослойные переключающие приборы

Тристоры, их типы и принцип действия. Схема включения, ВАХ и параметры динистора. Принцип действия тринистора, типы и параметры, пусковая характеристика.

Симисторы, их типы и принцип действия. Схема включения, ВАХ и параметры диака. Принцип действия триака, типы, ВАХ и параметры.

В данном разделе рассматриваются типы, принцип действия, параметры и характеристики переключающих приборов, схемы их включения

[5, §2.9]

4.7. Основы микроэлектроники

Типы интегральных микросхем (ИМС) по технологии изготовления и обрабатываемым сигналам.

Основные этапы создания полупроводниковых ИМС. Общие сведения об основных технологических операциях: эпитаксии, диффузии примесей, ионном легировании, термическом окислении, травлении, нанесении тонких пленок, создании соединений и контактов, фотолитографии и субмикронной литографии.

Основные этапы создания гибридных ИМС. Подложки для ИМС. Способы получения тонкопленочных элементов (нанесение через трафарет, фотолитография, комбинированный метод, травление и напыление).

В данном разделе рассматриваются основные технологические методы создания интегральных микросхем, их типы.

[5, §2.11]

4.8. Оптоэлектроника

Светодиоды. Устройство, принцип действия, параметры и характеристики.

Типы фотоэффектов и фотоприемники (фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры). Устройство, принцип действия, параметры и характеристики (ВАХ, спектральная, частотная, энергетическая) фотоприемников.

Оптроны, их типы и параметры. Средства отображения информации.

В данном разделе рассматриваются принцип действия, параметры и характеристики основных типов приборов оптоэлектроники, области их применения.

[5, §3.1-§3.6, §3.9]

4.9. Акустоэлектроника

Прямой и обратный пьезоэффекты. Кварцевый резонатор, его эквивалентная схема, частотная характеристика и параметры. Приборы с поверхностными акустическими волнами, типы и принцип действия.

В данном разделе рассматриваются приборы на основе пьезоэффекта, их типы, параметры и области применения

[5, §8.6]

Раздел 5. Аналоговые устройства

5.1. Усилительные устройства

Типы, параметры и характеристики (АЧХ, ФЧХ, амплитудная и импульсная) усилителей. Обратные связи и устойчивость усилителей.

Однокаскадные резистивные усилители на биполярных и полевых транзисторах с различными схемами включения. Режимы работы, задание и стабилизация положения рабочей точки. Анализ усилителя в области средних, низких и высоких частот.

Основные типы усилителей: дифференциальный, каскодный, избирательный. Операционный усилитель, его типы, параметры, характеристики. Применение ОУ: инвертирующий и неинвертирующий усилитель, сумматор, перемножитель и делитель аналоговых сигналов. Трансформаторные и бестрансформаторные однотактные и двухтактные усилители мощности.

В данном разделе рассматриваются типы, параметры и характеристики усилителей, режимы их работы, обратные связи и их влияние на параметры усилителей, методы расчета и измерения параметров.

[3, гл. 1 - гл. 7; 5, гл. 4, гл. 5, §6.5, §6.8]

5.2. Генераторы гармонических колебаний

Типы генераторов гармонических колебаний, условие баланса амплитуд и фаз. Режимы колебаний в генераторах: I и II рода, мягкого и жесткого возбуждения, недонапряженный, критический и перенапряженный. Параметры генераторов, методы повышения стабильности частоты.

Схемы LC-генераторов: трансформаторная и трехточечные. Обобщенная трехточечная схема генератора, условия возбуждения колебаний.

Схемы RC-генераторов гармонических колебаний.

В данном разделе рассматриваются общие принципы построения генераторов гармонических колебаний, их типы и параметры, разновидности схем.

[5, §8.6]

Раздел 6. Цифровые устройства

6.1. Простейшие импульсные устройства

Виды импульсных сигналов и их параметры. Прохождение прямоугольного импульса через RC- и RL-цепи.

Импульсные усилители, ограничители, фиксаторы уровня, диодные ключи. Ключи на биполярных и полевых транзисторах, их параметры и передаточные характеристики. Методы повышения быстродействия ключей, ключи на транзисторах Шоттки, КМОП-ключи.

Основные логические элементы НЕ, И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Системы логических элементов: ДТЛ, ТТЛ, ТТЛШ, ЭСЛ, КМОП-логика, их параметры, характеристики и схемы базовых элементов.

В данном разделе рассматриваются импульсные сигналы и их преобразование в простейших устройствах, основные типы логических элементов, их параметры, характеристики и наиболее распространенные системы элементов. Базовые схемы логических элементов основных серий.

[4, гл. 1 - гл. 4; 5, гл. 7, §8.1 - §8.6]

6.2. Регенеративные импульсные устройства

Структурная схема, типы и режимы работы регенеративных устройств. Типы, принцип действия и параметры триггеров. Триггеры на дискретных элементах. Триггеры на логических элементах: RS-, T-, D-, JK-триггеры, алгоритм работы, асинхронные и синхронные, одно- и двухступенчатые типы.

Одновибраторы на дискретных и логических элементах, принцип действия и параметры.

Мультивибраторы на дискретных и логических элементах, принцип действия, режимы работы и параметры.

Блокинг-генераторы: типы схем, принцип действия, режимы работы и параметры.

Генераторы линейно-изменяющегося напряжения: основные типы схем, принцип работы, параметры.

В данном разделе рассматриваются принципы построения, основные методы схемной реализации, параметры и характеристики важнейших типов импульсных устройств.

[4, гл. 6 - гл.8; 5, §8.4, §8.5]

6.3. Основные типы цифровых устройств

Параллельные и последовательные регистры, типы схем, параметры. Кольцевой регистр.

Счетчики импульсов двоичные, десятичные и с произвольным коэффициентом счета, принцип действия и параметры. Суммирующие, вычитающие и реверсивные счетчики, с последовательным и параллельным переносом. Мультиплексоры и демльтиплексоры, назначение, принцип действия, типы схем, параметры.

Кодеры, декодеры и преобразователи кодов: назначение, типы схем, параметры.

В данном разделе рассматриваются важнейшие виды цифровых устройств, методы их построения на базе импульсных и логических схем, параметры и области применения.

[4, гл. 9; 5, §8.4, §8.5]

4.3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Название лабораторных работ
1	4.3	Исследование полупроводниковых диодов
2	4.4	Исследование биполярного транзистора
3	4.5	Исследование полевого транзистора
4	4.8	Исследование фотоприемников
5	5.1	Исследование резистивных усилителей с различными схемами включения
6	5.1	Исследование операционного усилителя
7	6.1	Исследование прохождения импульсов через RC-цепочку
8	6.1	Исследование типовых схем ТТЛ-элемента
9	6.1	Исследование типовых схем элемента КМОП-логики
10	6.2	Исследование триггеров JK-, D-, и T-типа
11	6.3	Исследование схем счетчиков импульсов

4.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Не предусмотрены.

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольная работа не предусмотрена.

Предусмотрена курсовая работа. В процессе выполнения курсовой работы осуществляется выбор схем каскадов, элементов и полный расчет принципиальной схемы усилителя низкой частоты.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Электронные устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. / Под ред. Шулейкина —М.: Транспорт, 1989.

2. Пряшников В.А. Электроника: Курс лекций. —СПб.: Корона принт, 1998.

3. Войшилло Г.В. Усилительные устройства. —М.: Радио и связь, 1983.—264 с.

4. Ерофеев Ю. Н. Импульсные устройства. —М.: Высшая школа, 1989. —527 с.

5. Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника: Уч. пос. —М.: Высшая школа, 1991.—622 с.

Дополнительная литература

1. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники. —М.: Радио и связь, 1990.

2. Гольденберг Л. М. Импульсная техника. —М.: Радио и связь, 1989.

3. Основы микроэлектроники: Уч. пос. для вузов / Н.А. Аваев, Ю. Е. Наумов, В. Т. Фролкин. —М.: Радио и связь, 1991.—288 с.

4. Абрамов В.М., Беляев А.И. Микроэлектронные схемы в устройствах железнодорожной телемеханики и связи. —М.: Транспорт, 1987.—119 с.

5. Пухольский Г.И., Новосельцев Т.Л. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах. —М.: Радио и связь, 1990.

Справочная

1. Электровакуумные электронные и газоразрядные приборы: Справочник / Б.В. Кацнельсон, А.М. Калугин, А.С. Ларионов; Под общ. ред. А.С. Ларионова. —М.: Радио и связь, 1985. —864 с.

2. Транзисторы для аппаратуры широкого применения: Справочник / К.М.Брежнева, Е.И. Гантман, Т.И. Давыдова и др.; Под ред. Б.Л. Перельмана. —М.: Радио и связь, 1981. —656 с.

3. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник /Под ред. С.В. Якубовского. —М.: Радио и связь, 1990. —320 с.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Имеется лаборатория «Электроника».

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, необходимо использовать материал, изученный в следующих дисциплинах:

1. Физика.
2. Теория линейных электрических цепей.

ЭЛЕКТРОНИКА

Рабочая программа

Редактор *Д.Н. Тихоньчев*
Корректор *В.В. Игнатова*
Компьютерная верстка *Ю.А. Варламова*

Тип. зак.	Изд. зак. 133	Тираж 700 экз.
Подписано в печать 10.12.04	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 1,0		Формат 60×90 ¹ / ₁₆

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПС, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2