

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

В.А. Небольсин

«29» июня 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

Б1.В.03 «Основы функционального проектирования РЭС»

Направление подготовки (специальность) 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

Профиль (специализация) Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника Бакалавр

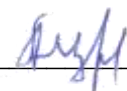
Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы  /Хорошайлова М.В./

И.о. заведующего кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры  / Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП  /Муратов А.В./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоит в изучении типовых схемотехнических решений, методов расчета и автоматизированного проектирования электронных узлов и блоков современной электронновычислительной аппаратуры.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Реализация технологии обучения, нацеленной на индивидуализацию труда студента при выполнении лабораторных работ, при изучении тем, выносимых на самостоятельную работу; использование примеров, фактов, иллюстрирующих достижения и проблемы мировой и отечественной электроники, электромеханики для усиления интереса к изучаемой дисциплине, выбранной специальности; овладение студентами современной научной и технической терминологией в данной области; широкое использование натуральных образцов приборов, узлов, элементов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы функционального проектирования РЭС» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

В рамках дисциплины студенты изучают элементы, устройства, узлы, принципы организации и функционирования современных РЭС. Важное место в курсе занимают лабораторные работы студентов, в ходе которых исследуются принципы работы современных компонентов РЭС.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы конструирования электронных средств» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - способен формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать научно-техническую терминологию; основы построения измерительных каналов постоянного и переменного тока аналоговых, аналого-цифровых и цифровых измерительных приборов и устройств; физические основы работы составных частей измерительных каналов; влияние различных факторов окружающей среды на работу измерительных каналов; перспективы развития схемотехники измерительных устройств и их элементной базы

	уметь использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин, выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ; эксплуатировать, настраивать, калибровать измерительные устройства; определять требования к отдельным узлам измерительных устройств; проектировать типовые усилительные и преобразовательные каскады владеть современной элементной базой измерительных устройств; основными принципами обработки измерительной информации
--	---

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы конструирования электронных средств» составляет 9 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4	5		
Аудиторные занятия (всего)	198	108	90		
В том числе:					
Лекции	72	36	36		
Практические занятия (ПЗ)	18		18		
Лабораторные работы (ЛР)	108	72	36		
Самостоятельная работа	90	36	54		
Курсовой проект					
Контроль	36		36		
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	+	+			
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+		+		
Общая трудоемкость	час	324	144	180	
	экзамен. ед.	9	4	5	

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4	5		
Аудиторные занятия (всего)	42	20	22		
В том числе:					
Лекции	14	6	8		
Практические занятия (ПЗ)	4		4		

Лабораторные работы (ЛР)	24	14	10		
Самостоятельная работа	269	120	149		
Контроль	13	4	9		
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой		+			
Вид промежуточной аттестации – экзамен			+		
Общая трудоемкость час	324	144	180		
зач. ед.	9	4	5		
эksam. ед.					

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Усилительные устройства (УУ) на транзисторах	Классификация УУ, Основные технические характеристики и показатели УУ, Методы анализа линейных усилительных каскадов в частотной области, активные элементы УУ, Биполярные транзисторы, полевые транзисторы, Усилительный каскад на биполярном транзисторе с ОЭ, термостабилизация режима каскада на биполярном транзисторе, усилительный каскад на биполярном транзисторе с ОБ, усилительный каскад на биполярном транзисторе с ОК, усилительный каскад на полевом транзисторе с ОИ, термостабилизация режима каскада на ПТ	8	0	8	6	22
2	Усилительные устройства (УУ) на транзисторах	Усилительный каскад на полевом транзисторе с ОС, временные характеристики усилительных каскадов, анализ искажений во временной области, Анализ усилительных каскадов в области малых, времен, анализ усилительных каскадов в области больших времен, связь временных и частотных характеристик, усилительных каскадов, простейшие схемы коррекции АЧХ и ПХ	2	0	8	6	16
3	Усилители с обратной связью	Общие сведения, усилители с последовательной ООС по току, усилители с последовательной ООС по напряжению, усилители с параллельной ООС по напряжению, усилители с параллельной ООС по току, Дополнительные сведения по ОС, Комбинированная ООС, Многокаскадные усилители с ООС, Паразитные ОС в многокаскадных усилителях.	4	0	8	6	18
4	Усилители постоянного тока (УПТ)	Общие сведения, способы построения УПТ, дифференциальные усилители (ДУ), схемы включения ДУ, точностные параметры ДУ	4	0	8	6	18
5	Операционные усилители и УУ на их основе	Общие сведения, основные параметры и характеристики ОУ, инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, разновидности УУ на ОУ, коррекция частотных характеристик	4	0	8	6	18
6	Аналоговые устройства различного назначения на основе ОУ	Регулируемые усилители, усилители диапазона СВЧ, устройства формирования АЧХ, активные фильтры на ОУ, гираторы, регуляторы тембра и эквалайзеры, аналоговые перемножители сигнала	4	0	8	6	18

		лов, компараторы, генераторы, устройства вторичных источников питания					
7	Специальные вопросы анализа АЭУ	Оценка нелинейных искажений усилительных каскадов, расчет устойчивости УУ, расчет шумовых характеристик УУ, анализ чувствительности, машинные методы анализа АЭУ.	4	0	8	8	20
8	Генераторы гармонических колебаний	Структурная схема генератора. Условия баланса фаз и амплитуд. Автогенератор с трансформаторной обратной связью. Трехточечные генераторы. Кварцевая стабилизация частоты. Автогенератор с трехзвенной RC-цепью. Автогенератор с мостом Вина. Генератор с независимым возбуждением. Автогенератор на туннельном диоде	6	4	8	8	26
9	Стабилизаторы постоянного напряжения	Классификация стабилизаторов постоянного напряжения. Параметрический стабилизатор напряжения на кремниевом стабилитроне. Источник опорного напряжения. Компенсационный стабилизатор напряжения. Стабилизатор на операционном усилителе с ограничением выходного тока. Микросхемы стабилизаторов постоянного напряжения	6	2	8	6	22
10	Цифро-аналоговые и аналогово-цифровые преобразователи (ЦАП и АЦП)	Элементы схемотехники аналого-цифровых, цифро-аналоговых преобразователей сигналов (АЦП и ЦАП). Электронные аналоговые ключи, их особенности, назначение, схемы и принципы действия. Многоканальные коммутаторы. Схемы выборки хранения аналоговых сигналов. Резистивные матрицы.	6	2	8	8	24
11	Цифро-аналоговые и аналогово-цифровые преобразователи (ЦАП и АЦП)	Построение ЦАП и АЦП. ЦАП с прецизионными резистивными матрицами, безматричные ЦАП. Разрешающая способность, погрешность, дифференциальная нелинейность. Время установления, максимальная частота преобразования. Интегральные схемы ЦАП. АЦП с применением ЦАП и без них. АЦП параллельного, весового и числового типа. АЦП двойного интегрирования. Интегральные схемы АЦП. Нелинейные преобразователи сигналов. Преобразователи фаза - напряжение, частота-напряжение, время-напряжение, температура-напряжение.	6	4	8	6	24
12	Функциональная цифровая схемотехника.	Введение в цифровую схемотехнику. Дискретные и цифровые сигналы. Состояния, кодирование и значения цифровых сигналов. МОП-транзистор. Характеристики и функционирование МОП-транзисторов.	6	2	8	6	24
13	Математические основы цифровой электроники	Позиционные системы счисления. Таблица истинности. Основные законы булевой алгебры. Диаграммы Венна. Карты Карно. Этапы синтеза цифрового устройства. Примеры синтеза цифровых устройств. Мажоритарный логический элемент	4	2	4	6	18
14	Интегральные логические элементы	ТТЛ-логика. КМОП-инвертор. Передаточный венти́ль (Transmission gate). Рекомендации по применению логических элементов ТТЛ. Микросхемы ТТЛ с транзисторами Шоттки. Порт ввода с триггером Шмитта. Параметры цифровых сигналов и схем. Транзисторы с диодами Шоттки. Базовый логический элемент ИС К533. Значения напряжений «0» и «1». Помехоустойчивость. Нагрузочная способность. Передний и задние фронты цифрового сигнала. Порты вывода (выходы) цифровых схем. Подтягивающие и понижающие резисторы. Электропитание цифровых схем.	8	2	8	6	24
Итого			72	18	108	90	324

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Усилительные устройства (УУ) на транзисторах	Классификация УУ, Основные технические характеристики и показатели УУ, усилительный каскад на полевом транзисторе с ОИ, термостабилизация режима каскада на ПТ	2	0	4	20	26
2	Усилители с обратной связью	Общие сведения, усилители с последовательной ООС по току, усилители с последовательной ООС по напряжению, усилители с параллельной ООС по напряжению, усилители с параллельной ООС по току, Дополнительные сведения по ОС, Комбинированная ООС, Многокаскадные усилители с ООС, Паразитные ОС в многокаскадных усилителях.	2	0	4	45	51
3	Генераторы гармонических колебаний	Структурная схема генератора. Условия баланса фаз и амплитуд. Автогенератор с трансформаторной обратной связью. Автогенератор с мостом Вина. Генератор с независимым возбуждением. Автогенератор на туннельном диоде	2	0	2	24	28
4	Усилители постоянного тока (УПТ)	Общие сведения, способы построения УПТ, дифференциальные усилители (ДУ), схемы включения ДУ, точностные параметры ДУ	2	0	4	36	42
5	Операционные усилители и УУ на их основе	Общие сведения, основные параметры и характеристики ОУ, инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, разновидности УУ на ОУ, коррекция частотных характеристик	2	2	4	54	62
6	Аналоговые устройства различного назначения на основе ОУ	Регулируемые усилители, усилители диапазона СВЧ, устройства формирования АЧХ, активные фильтры на ОУ.	2	2	4	45	53
7	Специальные вопросы анализа АЭУ	Оценка нелинейных искажений усилительных каскадов, расчет устойчивости УУ, расчет шумовых характеристик УУ, анализ чувствительности, машинные методы анализа АЭУ.	2	0	2	45	49
Итого			14	4	24	269	324

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Резисторный каскад предварительного усиления
2. Исследование усилителей с обратной связью
3. Исследование усилителя с мощным двухтактным выходным каскадом
4. Исследование генератора с базовой, эмиттерной и коллекторной амплитудной модуляцией
5. Исследование операционного усилителя
6. Исследование мультивибратора и сумматора на базе операционного усилителя
7. Исследование интегратора, дифференцирующего и избирательного усилителей
8. Исследование фильтров нижних и высоких частот на базе операционного усилителя
9. Исследование схем электронных генераторов. RC – генераторы
10. Исследование транзисторных автогенераторов
11. Исследование схем генераторов с обратной LC-связью. Генератор Колпитца, генератор Клаппа.
12. Исследование транзисторных автогенераторов
12. Компенсационные стабилизаторы напряжения

13. Исследование цифровых сигналов и портов
14. Изучение логических элементов на КМОП транзисторах
15. Исследование преобразователей цифровых сигналов
16. Аналого-цифровые преобразователи

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Курсовая и контрольная работы не предусмотрены.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать научно-техническую терминологию; основы построения измерительных каналов постоянного и переменного тока аналоговых, аналого-цифровых и цифровых измерительных приборов и устройств; физические основы работы составных частей измерительных каналов; влияние различных факторов окружающей среды на работу измерительных каналов; перспективы развития схемотехники измерительных устройств и их элементной базы	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин, выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ; эксплуатировать, настраивать, калибровать измерительные устройства; определять требования к отдельным узлам измерительных устройств; проектировать типовые усилительные и	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	преобразовательные каскады			
	владеть современной элементной базой измерительных устройств; основными принципами обработки измерительной информации	Решение стандартных прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 и 5 семестрах для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-3	знать научно-техническую терминологию; основы построения измерительных каналов постоянного и переменного тока аналоговых, аналого-цифровых и цифровых измерительных приборов и устройств; физические основы работы составных частей измерительных каналов; влияние различных факторов окружающей среды на работу измерительных каналов; перспективы развития схемотехники измерительных устройств и их элементной базы	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин, выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ; эксплуатировать, настраивать, калибровать измерительные устройства; определять требования к отдельным узлам измерительных устройств; проектировать типовые усилительные и преобразовательные каскады	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть современной элементной базой измерительных устройств; основными принципами обработки из-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных

	мерительной информации					ответов
--	------------------------	--	--	--	--	---------

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- Коэффициентом стоячей волны в линии передачи называется:
 - Отношение комплексных амплитуд напряжений падающей и отраженной волн
 - Отношение максимального и минимального напряжений в линии передачи
 - Отношение комплексных амплитуд напряжений отраженной и падающей волн
 - Отношение волнового сопротивления линии передачи и сопротивления нагрузки
 - Отношение минимального и максимального напряжений в линии передачи
- Коэффициентом отражения напряжения в линии передачи называется:
 - Отношение комплексных амплитуд напряжений отраженной и падающей волн
 - Отношение комплексных амплитуд напряжений падающей и отраженной волн
 - Отношение волнового сопротивления линии передачи и сопротивления нагрузки
 - Отношение максимального и минимального напряжений в линии передачи
 - Отношение комплексных амплитуд напряжений на входе линии передачи и на ее конце
- Волновым сопротивлением линии передачи называется:
 - Отношение комплексных амплитуд напряжения и тока на входе линии
 - Отношение комплексных амплитуд напряжения и тока в бегущей волне
 - Отношение комплексных амплитуд напряжения и тока в середине отрезка линии передачи
 - Отношение амплитуд напряжения и тока в пучности стоячей волны в линии передачи
 - Отношение амплитуд напряжения и тока в узле стоячей волны в линии передачи
- Какова взаимосвязь коэффициента стоячей волны напряжения (КСВ) и коэффициента отражения напряжения (КО)?
 - КСВ равен модулю КО
 - КСВ равен отношению $(1 + \text{модуль КО}) / (1 - \text{модуль КО})$
 - КСВ равен отношению $(1 - \text{КО}) / (1 + \text{КО})$
 - КСВ равен отношению $(1 - \text{модуль КО}) / (1 + \text{модуль КО})$
 - КСВ равен отношению $(1 + \text{КО}) / (1 - \text{КО})$
- Согласование линии передачи с нагрузкой обеспечивается при условии:
 - Совмещения разъемов линии и нагрузки
 - Равенства мощности, передаваемой по линии, и предельной мощности, на которую рассчитана нагрузка
 - Равенства волнового сопротивления линии и сопротивления нагрузки
 - Равенства сопротивления нагрузки и выходного сопротивления источника колебаний
 - Линия и нагрузка работают в общей полосе частот
- В режиме согласования линии передачи с нагрузкой обеспечивается:
 - Равенство амплитуд напряжений падающей и отраженной волны на нагрузке
 - Полная защита линии от электрического пробоя
 - Полная герметизация электрических соединений

- Г) Передача наибольшей мощности в нагрузку
- Д) Минимальное энергопотребление источником колебаний

7. Входным сопротивлением отрезка линии передачи называется:

- А) Отношение комплексных амплитуд напряжения и тока на входе отрезка линии
- Б) Отношение комплексных амплитуд напряжения и тока в бегущей волне
- В) Отношение комплексных амплитуд напряжения и тока в середине отрезка линии передачи
- Г) Отношение амплитуд напряжения и тока в пучности стоячей волны в линии передачи
- Д) Отношение амплитуд напряжения и тока в узле стоячей волны в линии передачи

8. Рассогласование линии передачи (фидера) с передающей антенной приводит:

- А) К увеличению мощности излучения антенны и увеличению дальности радиосвязи
- Б) К уменьшению мощности излучения антенны и уменьшению дальности радиосвязи
- В) Не влияет на мощность излучения антенны и дальность радиосвязи
- Г) К увеличению дальности радиосвязи
- Д) Правильного ответа нет

9. Что происходит с длиной ТЕМ волны в коаксиальной линии передачи, полностью заполненной диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью, большей единицы?

- А) Длина волны в линии остается равной длине волны в свободном пространстве
- Б) Длина волны уменьшается
- В) Длина волны увеличивается

10. Критической частотой волны в линии передачи называется:

- А) Наибольшая частота, при которой волна данного типа может распространяться в линии
- Б) Наибольшая частота, при которой в линии кроме волны данного типа могут распространяться волны высших типов
- В) Частота, на которой линия обладает минимальными тепловыми потерями
- Г) Наименьшая частота, при которой распространение волны данного типа становится невозможным
- Д) Правильного ответа нет

11. В каком порядке над поверхностью Земли располагаются атмосферные слои:

- А) Стратосфера, тропосфера, ионосфера
- Б) Тропосфера, стратосфера, ионосфера
- В) Ионосфера, тропосфера, стратосфера
- Г) Ионосфера, стратосфера, тропосфера
- Д) Тропосфера, ионосфера, стратосфера

12. Как мощность радиосигнала на входе радиоприемного устройства радиолинии связи зависит от параметров передающей и приемной антенны?

- А) Прямо пропорциональна произведению коэффициентов усиления передающей и приемной антенн
- Б) Прямо пропорциональна произведению коэффициентов направленного действия передающей и приемной антенн
- В) Прямо пропорциональна произведению коэффициента усиления передающей и коэффициента направленного действия приемной антенн
- Г) Прямо пропорциональна произведению коэффициента направленного действия усиления передающей и коэффициента усиления приемной антенн
- Д) Не зависит от коэффициента направленного действия приемной антенны

13. Коэффициентом полезного действия антенны называется:

- А) Отношение мощности излучения антенны к мощности колебаний на ее входе
- Б) Отношение мощности колебаний на входе антенны к мощности излучения
- В) Отношение сопротивления излучения антенны к сопротивлению тепловых потерь
- Г) Отношение сопротивления тепловых потерь к сопротивлению излучения
- Д) Разность мощности излучения и мощности колебаний на входе антенны

14. Амплитудной характеристикой (диаграммой направленности) антенны называется:

- А) Зависимость амплитуды, фазы и поляризации вектора напряженности электрического поля излучения от угловых координат точек наблюдения, удаленных от антенны на одинаковое расстояние и находящихся в дальней зоне
- Б) Зависимость амплитуды и фазы вектора напряженности электрического поля излучения от угловых координат точек наблюдения, удаленных от антенны на одинаковое расстояние и находящихся в дальней зоне
- В) Зависимость амплитуды напряженности электрического поля излучения от угловых координат точек наблюдения, удаленных от антенны на одинаковое расстояние и находящихся в дальней зоне
- Г) Зависимость амплитуды напряженности электрического поля излучения от угловых координат точек наблюдения
- Д) Зависимость амплитуды напряженности электрического поля излучения от расстояния до точек наблюдения

15. Коэффициентом направленного действия антенны называется:

- А) Число, которое показывает, во сколько раз нужно изменить мощность излучения данной антенны по сравнению с изотропной антенной, чтобы напряженность электрического поля (плотность потока мощности) излучения в одной и той же точке в дальней зоне осталась неизменной
- Б) Число, которое показывает, во сколько раз нужно увеличить мощность излучения данной антенны по сравнению с изотропной антенной, чтобы напряженность электрического поля (плотность потока мощности) излучения в одной и той же точке в дальней зоне осталась неизменной
- В) Число, которое показывает, во сколько раз нужно уменьшить мощность на входе данной антенны по сравнению с изотропной антенной, чтобы напряженность электрического поля (плотность потока мощности) излучения в одной и той же точке в дальней зоне осталась неизменной
- Г) Число, которое показывает, во сколько раз нужно увеличить мощность на входе данной антенны по сравнению с идеальной изотропной антенной, чтобы напряженность электрического поля (плотность потока мощности) излучения в одной и той же точке в дальней зоне осталась неизменной
- Д) Количество боковых лепестков в диаграмме направленности антенны

16. Коэффициентом усиления антенны называется:

- А) Число, которое показывает, во сколько раз нужно уменьшить мощность излучения данной антенны по сравнению с изотропной антенной, чтобы напряженность электрического поля (плотность потока мощности) излучения в одной и той же точке в дальней зоне осталась неизменной
- Б) Число, которое показывает, во сколько раз нужно изменить мощность на входе данной антенны по сравнению с изотропной антенной с КПД=1, чтобы напряженность электрического поля (плотность потока мощности) излучения в одной и той же точке в дальней зоне осталась неизменной

В) Число, которое показывает, во сколько раз нужно увеличить мощность на входе данной антенны по сравнению с изотропной антенной, чтобы напряженность электрического поля (плотность потока мощности) излучения в одной и той же точке в дальней зоне осталась неизменной

Г) Число, которое показывает, во сколько раз нужно увеличить мощность излучения данной антенны по сравнению с изотропной антенной, чтобы напряженность электрического поля (плотность потока мощности) излучения в одной и той же точке в дальней зоне осталась неизменной

Д) Количество боковых лепестков в диаграмме направленности антенны

17. Коэффициент направленного действия антенны зависит:

А) От числа боковых лепестков в диаграмме направленности антенны

Б) От ширины диаграммы направленности

В) От площади размеров антенны

Г) От формы диаграммы направленности

Д) От коэффициента полезного действия антенны

18. Коэффициент направленного действия антенны пропорционален:

А) Отношению площади излучающей поверхности к квадрату длины волны излучения

Б) Размерам антенны

В) Длине волны излучения

Г) Коэффициенту полезного действия антенны

Д) Квадрату длины волны излучения

19. Как связаны между собой коэффициент усиления (КУ) антенны, ее коэффициент полезного действия (КПД) и коэффициент направленного действия (КНД)?

А) $KУ = KНД / КПД$

Б) $KУ = KНД$

В) $KУ = KНД \times КПД$

Г) $KНД = KУ \times КПД$

Д) $KНД = KУ / КПД$

20. Какое устройство СВЧ используется для ослабления волн, отраженных от входа антенны при ее плохом согласовании с питающей линией передачи?

А) Ферритовый циркулятор

Б) Ферритовый поляризатор

В) Ферритовый фазовращатель

Г) Ферритовый вентиль

Д) Ферритовый резонатор

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Полупроводники. Общие свойства

При увеличении температуры электропроводность у примесных полупроводников:

А) остаётся постоянной

Б) уменьшается

В) уменьшается, а при высоких температурах начинает возрастать

Г) возрастает, а при высоких температурах начинает убывать

2. Диоды

Полупроводниковые диоды не предназначены:

А) для выпрямления напряжения

- Б) для усиления сигнала
- В) для стабилизации напряжения
- Г) для коммутации электрических цепей

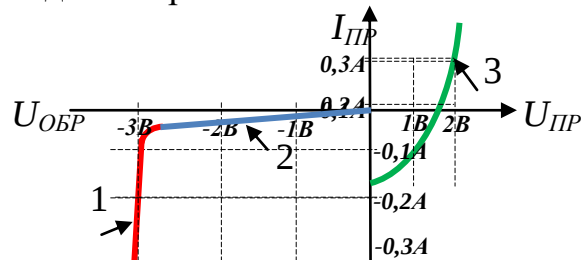
3. Светодиоды

Для производства пультов дистанционного управления аппаратурой:

- А) светодиоды не используют
- Б) светодиоды видимого излучения
- В) ультрафиолетовые светодиоды
- Г) используют инфракрасные светодиоды

4. Стабилитроны

Укажите, какой участок вольтамперной характеристики стабилитрона используется для его работы в схемах стабилизации напряжения:



- участок 1 (выделенный красным цветом)
- участок 2 (выделенный синим цветом)
- участок 3 (выделенный зелёным цветом)

5. Фотодиоды

С ростом освещённости внутреннее сопротивление фотодиода:

- А) остаётся постоянным
- Б) увеличивается
- В) уменьшается
- Г) не изменяется

6. Оптроны

Оптроны или оптронные пары служат:

- А) для гальванической развязки цепей передачи данных или для коммутации в цепях управления
- Б) для связи цепей переменного и постоянного тока
- В) для связи высоковольтных цепей
- Г) для фильтрации помех

7. Тиристоры

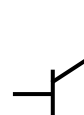
Длительность отпирающего импульса тиристора зависит:

- А) от его вольтамперной характеристики
- Б) от вида нагрузки
- В) от величины управляющего тока
- Г) от величины управляющего напряжения

8. Биполярные транзисторы

Данное условное графическое изображение обозначает:

- А) полевой транзистор МДП-типа
- Б) биполярный транзистор $p-n-p$ типа



- В) биполярный транзистор $n-p-n$ типа
 Г) полевой транзистор с каналом p -типа



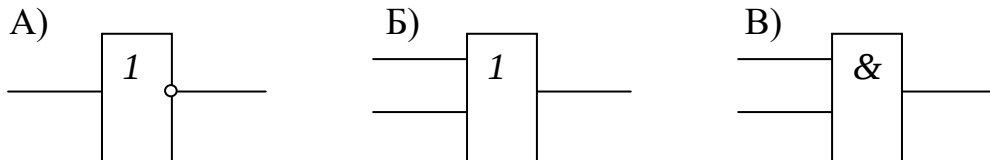
9. Биполярные транзисторы

Транзисторная схема с общей базой применяется:

- А) для коммутации цепей
 Б) для усиления сигнала
 В) для регулировки и стабилизации напряжения источников питания
 Г) для генерации белого шума

10. Логические устройства

Установите соответствие логических элементов их функциям:



функция		элемент
1	логическое отрицание («НЕ»), инвертор	
2	логическое умножение («И»), конъюнктор	
3	логическое сложение («ИЛИ»), дизъюнктор	

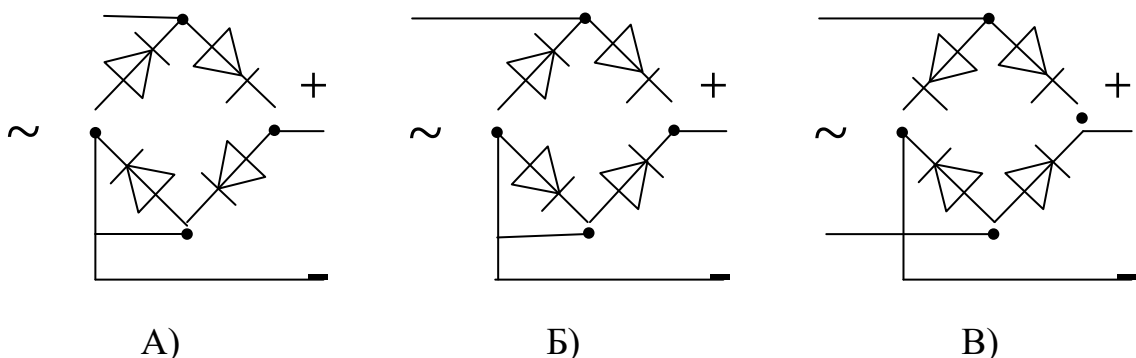
11. Интегральные микросхемы

Выберите три параметра, которые являются общими для всех типов микросхем и позволяют их сравнивать между собой при выборе схемы устройства:

- 1) быстродействие
- 2) потребляемая мощность
- 3) объём памяти
- 4) способ адресации
- 5) коэффициент усиления
- 6) нагрузочная способность

12. Источники питания. Выпрямители

Схемой мостового выпрямителя является:



13. Источники питания. Преобразователи

Напряжение вторичной обмотки понижающего трансформатора:

- А) пропорционально количеству витков во вторичной обмотке
 Б) пропорционально количеству витков в первичной обмотке
 В) обратно пропорционально количеству витков во вторичной обмотке

Г) обратно пропорционально количеству витков в первичной обмотке

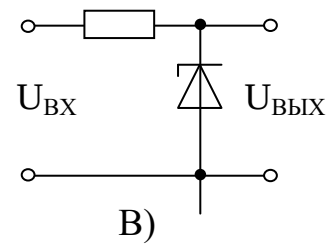
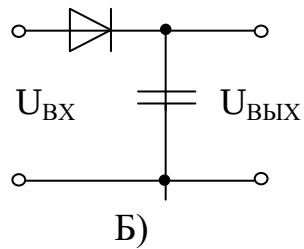
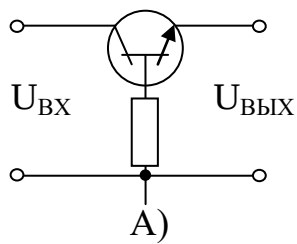
14. Источники питания. Сглаживающие фильтры

Два из данных радиоэлементов не применяются в схемах пассивных сглаживающих фильтров:

- А) транзистор
- Б) диод
- В) индуктивность
- Г) ёмкость

15. Стабилизаторы напряжения и тока

Схемой параметрического стабилизатора является:



16. Усилители

Идеальный усилитель должен обладать следующими характеристиками:

- А) $K_U \rightarrow \infty$, $R_{BX} \rightarrow \infty$, $R_{ВЫХ} \rightarrow \infty$
- Б) $K_U \rightarrow \infty$, $R_{BX} \rightarrow 0$, $R_{ВЫХ} \rightarrow \infty$
- В) $K_U \rightarrow \infty$, $R_{BX} \rightarrow \infty$, $R_{ВЫХ} \rightarrow 0$
- Г) $K_U \rightarrow 0$, $R_{BX} \rightarrow 0$, $R_{ВЫХ} \rightarrow 0$,

где K_U – коэффициент усиления по напряжению, R_{BX} и $R_{ВЫХ}$ – входное и выходное сопротивление.

17. Генераторы гармонических колебаний

Частота собственных колебаний LC-контура определяется по формуле:

$$\omega_0 = \sqrt{RC}$$

А)

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

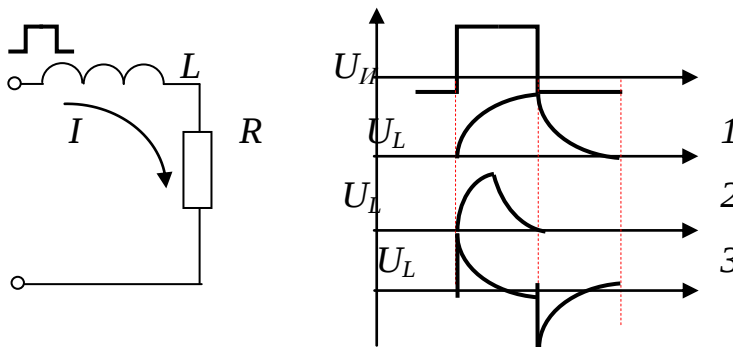
Б)

$$\omega_0 = \sqrt{LC}$$

В)

18. Импульсные устройства

При индуктивном характере нагрузки (LC) прямоугольный импульс, проходя через неё, будет претерпевать искажение формы. Выберите, какой должна быть форма импульса на индуктивности:



19. Радиосигналы

Диаграмма, изображающая зависимость параметров гармоник сигнала от их частот, называется:

- А) передаточной характеристикой
- Б) вольтамперной характеристикой
- В) амплитудно-частотной характеристикой
- Г) спектром

20. Электрические помехи в электронных приборах

Наиболее сложным для подавления является следующий вид помехи:

- А) белый шум
- Б) тепловой шум
- В) сосредоточенная помеха
- Г) фликкер-шум

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Логарифмическая АЧХ усилителя постоянного тока имеет наклон -20дБ/дек вплоть до верхней частоты среза. Определить коэффициент усиления УПТ на частоте 1 МГц, если при подаче на его вход идеального прямоугольного импульса амплитудой 1 мВ на выходе сформировался импульс амплитудой 1 В со временем установления фронта и спада 1 мкс ?

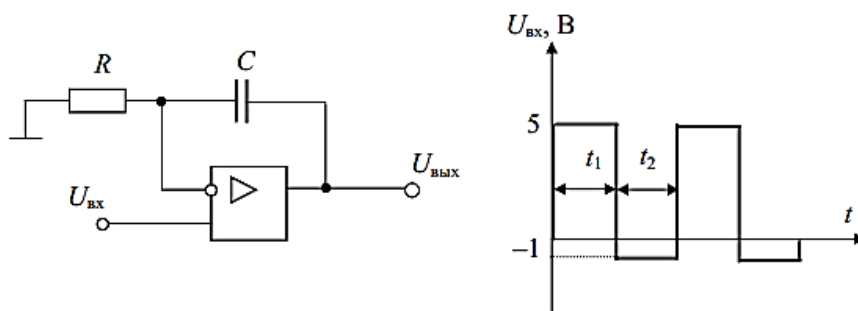
2. Относительный спад вершины импульса длительностью 1 мс при прохождении разделительной цепи составил 5%. На сколько процентов падает амплитуда синусоидального сигнала частотой 8 Гц при прохождении этой цепи?

3. При выходной мощности 1Вт амплитуды первых четырех гармоник выходного напряжения составили соответственно 10В, 2В, 3В, 1В при подаче на вход усилителя сигнала частотой 1кГц. Для уменьшения искажений в усилитель введена ООС глубиной 20 дБ, а затем с помощью каскада предварительного усиления восстановлен прежний уровень выходной мощности. Определить коэффициент гармоник в % $U_{\text{вых}}$?

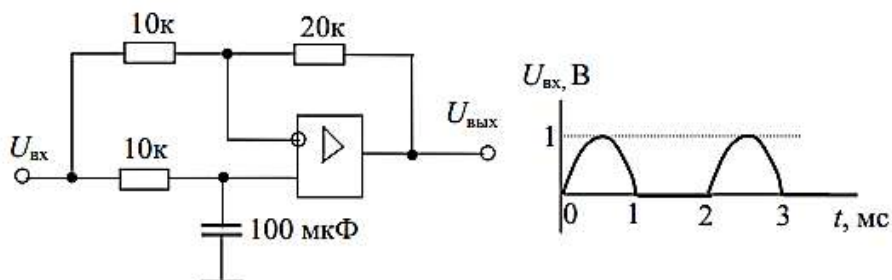
4. Амплитуды первых четырех гармоник выходного тока транзисторного усилителя составили соответственно 20мА, 2мА, 3мА и 1мА. Оценить коэффициент гармоник в % $I_{\text{вых}}$?

5. Фазовый сдвиг сигнала частотой 1 МГц на выходе УПТ, ЛАЧХ которого идет с наклоном -20 дБ/дек вплоть до частоты среза, составил 45 эл. град. Оценить время установления фронта импульса на выходе усилителя, если на вход подан идеальный прямоугольный импульс.

6. Построить $U_{\text{вых}}(t)$ после подачи на вход двух импульсов $U_{\text{вх}}(t)$. Выполняется условие $\tau = RC = t_1 = t_2$



7. Построить временную диаграмму выходного напряжения.

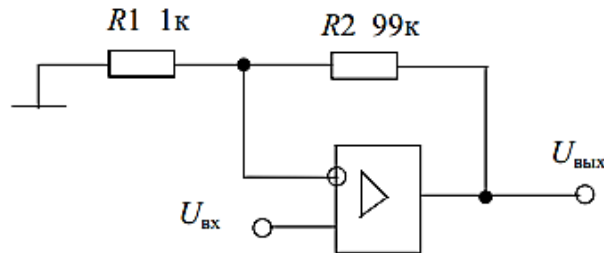


8. Параллельный LC-контур с конденсатором емкостью $C=1$ нФ настроен на резонансную частоту 1 МГц. При этом полоса пропускания на

уровне 3 дБ составила 10 кГц. Определить сопротивление контура на частоте 500 кГц.

9. Какой глубины ООС нужно ввести в усилитель, чтобы уменьшить погрешность коэффициента усиления до 1%, если температурная нестабильность $\delta K_{\text{тем}} = 50\%$, технологический разброс $\delta K_{\text{тех}} = 50\%$, а погрешность коэффициента передачи цепи обратной связи $\delta \gamma = 0,5\%$.

10. Оценить запас устойчивости по фазе УПТ, асимптотическая ЛАЧХ (логарифмическая амплитудно-частотная характеристика) операционного усилителя которого приведена на чертеже.



11. При подаче входного синусоидального напряжения амплитуды первых четырех гармоник сигнала на выходе двухтактного выходного каскада, работающего в режиме класса В, при выходной мощности 10 Вт составили соответственно 10 В, 2 В, 3 В и 1 В. Оценить коэффициент нелинейных искажений усилителя.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Что называется амплитудной характеристикой усилителя?
2. Что называется динамическим диапазоном усилителя, в каких единицах он измеряется?
3. Чем ограничивается динамический диапазон усилителя?
4. Как экспериментально снимается амплитудная характеристика?
5. Что называется амплитудно-частотной характеристикой?
6. Какие элементы схемы усилителя и как влияют на амплитудно-частотную характеристику?
7. Что называется фазовой характеристикой?
8. Как экспериментально снимаются АЧХ и ФЧХ?
9. Как экспериментально измеряются входное и выходное сопротивления усилителя?
10. Что называется частотными искажениями и в каких единицах они измеряются?
11. Вывести формулу для коэффициентов усиления по напряжению и по току на средних частотах.
12. Какой порядок имеют коэффициенты усиления по току, напряжению, входное и выходное сопротивления каскадов ОЭ, ОК и ОБ?
13. Построить эквивалентные схемы каскада ОЭ на нижних, средних и верхних частотах.

14. Динамические входные и выходные характеристики, порядок их построения.
15. Привести варианты схем подачи на базу транзистора при питании от одного источника.
16. Дать определение нижней и верхней частот рабочего диапазона.
17. Как зависят величины входного сопротивления и коэффициентов усиления от положения точки покоя?
18. Характерные особенности усилительных каскадов на полевых транзисторах.
19. От чего зависит коэффициент усиления напряжению каскада на полевом транзисторе?
20. Способы снятия и введения обратной связи.
21. Изобразить принципиальные схемы усилителей с последовательной и параллельной обратной связью по напряжению и по току.
22. Как влияет обратная связь на частотную, фазовую и переходную характеристики?
23. Как влияет обратная связь различного вида на входное и выходное сопротивление усилителя?
24. Привести примеры использования положительной обратной связи.
25. Что называется самовозбуждением усилителя и в чем его причины?
26. Почему в многокаскадных усилителях, охваченных общей отрицательной обратной связью, может возникать самовозбуждение?

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Основные характеристики усилительных устройств. Структурная схема усилительного устройства. Классификация электронных усилителей. Усилительные параметры. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики.
2. Переходная характеристика усилительных устройств. Линейные и нелинейные искажения. Амплитудная характеристика. Способы связи между каскадами. Классы усиления.
3. Виды обратных связей. Влияние отрицательной обратной связи (ООС) на стабильность коэффициента усиления. Влияние ООС на нелинейные искажения. Влияние ООС на величину входного и выходного сопротивлений усилителя.
4. Амплитудно-частотная характеристика усилителя с ООС. Частотный критерий устойчивости усилителя с обратной связью. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе. Пример расчета характеристик усилителя с ООС.
5. Способы включения биполярного транзистора. Характеристики транзистора при включении с общей базой и общим эмиттером. Т-образная эквивалентная схема замещения транзистора при включении с общей базой.

6. Т-образная эквивалентная схема замещения транзистора при включении с общим эмиттером. h-параметры транзистора и их связь с параметрами физической эквивалентной схемы. Определение h-параметров по характеристикам транзистора. Типы полевых транзисторов. Характеристики и мало-сигнальные параметры полевых транзисторов. Эквивалентные схемы замещения полевых транзисторов.

7. Принцип работы и назначение элементов простейшего каскада УНЧ по схеме с общим эмиттером. Нагрузочные прямые постоянного и переменного тока.

8. Анализ каскада в области средних частот. Анализ каскада в области нижних частот. Анализ каскада в области верхних частот. Результирующие характеристики каскада.

9. Цепи смещения с фиксированным током базы и эмиттера. Цепь смещения с эмиттерной стабилизацией рабочей точки. Цепь смещения с комбинированной ООС по постоянному току.

10. Каскад по схеме с общим истоком. Анализ каскада в области средних и верхних частот. Каскад с последовательной ООС по току.

11. Дифференциальный усилительный каскад. Стабилизаторы тока. Операционный усилитель. Основные параметры и схемы включения операционных усилителей.

12. Структурная схема генератора. Условия баланса фаз и амплитуд. Автогенератор с трансформаторной обратной связью. Трехточечные генераторы.

13. Кварцевая стабилизация частоты. Автогенератор с трехзвенной РСцепью. Автогенератор с мостом Вина. Генератор с независимым возбуждением. Автогенератор на туннельном диоде.

14. Логические элементы эмиттерно-связанной логики

15. Логические элементы на МОП-транзисторах

16. Цифровые компараторы

17. ЦАП. Основные характеристики. Схема с двоичновзвешенными резисторами

18. АЦП. Основные характеристики. Схема с последовательным приближением

19. АЦП. Основные характеристики. Схема с двоично-взвешенным приближением.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Электровакуумных и полупроводниковых приборах, выпрямители	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
2	Колебательные системы, усилители, генераторы электрических сигналы	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
3	цифровые способы передачи информации	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
4	Общие сведения об элементной базе схемотехники (резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, микросхемы)	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
5	Логические элементы и логическое проектирование в базисах микросхем	ПК-3	Тест, зачет, устный опрос
6	Функциональные узлы (дешифраторы, шифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, цифровые компараторы, сумматоры, триггеры, регистры, счетчики)	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос
7	Запоминающие устройства на основе БИС/СБИС;	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос
8	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	ПК-3	Тест, экзамен, устный опрос

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие. –Томск: ТУСУР, 2006. – 193 с.
2. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
3. Изъюрова Г.И., Королев Г.В., Терехов В.А. и др. Расчет электронных схем. Примеры и задачи. – М.: Высшая школа, 1987. – 335 с.
4. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1991. – 622 с.
5. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное-руководство: Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 512 с.
6. Воробьев Н.И. Проектирование электронных устройств. – М.:Высшая школа, 1989. – 223 с.
7. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 320 с.
8. Денисов Н.П., Шарапов А.В., Шибаев А.А. Электроника и схемотехника. Учебное пособие: в 2 частях – Томск, ТМЦ ДО, 2002. — Ч.2. –220 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, программный комплекс «Multisim».

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 234/3, 226/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы функционального проектирования РЭС» читаются лекции, проводятся лабораторные и практические занятия.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;

- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации –готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к дифференцированному зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.