

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В. Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Электроника и схемотехника

Направление подготовки (специальность):

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность программы (профиль, специализация):

Автоматизация технологических процессов и производств (промышленность)

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 730 от 9 августа 2021 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):

доц.  Д. В. Величко
(ученая степень и звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 1 » 09 20 21 г., протокол № 1

И.о. заведующего кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  Д. А. Бушуев
(ученая степень и звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

И.о. заведующего кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  Д. А. Бушуев
(ученая степень и звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

« 1 » 09 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 8 » 09 20 21 г., протокол № 1

Председатель:

канд. техн. наук, доц.  А. Н. Семернин
(ученая степень и звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств.	ОПК-13.4. Применяет стандартные методы расчета при проектировании электронных систем	<p>Знать: базовые принципы работы электронной элементной базы, основные характеристики, особенности; методы расчета и проектирования электронных систем.</p> <p>Уметь: рассчитывать номиналы элементов под заданные технические требования работы устройства; моделировать электронные схемы; разрабатывать принципиальные электронные схемы.</p> <p>Владеть: навыками по выбору электронной компонентной базы для решения задачи проектирования электронных систем; навыками использования специализированного программного обеспечения для разработки принципиальных электрических схем.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория автоматического управления
2	Технические средства автоматики
3	Метрология и измерительная техника
4	Проектирование систем автоматизации

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 14 зач. единиц, 504 часов.

Форма промежуточной аттестации в первом семестре – экзамен; во втором семестре – экзамен, в третьем – экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Се-	Се-	Се-
		местр № 3	местр № 4	местр № 5

Общая трудоемкость дисциплины, час	504	180	180	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	202	72	72	58
лекции	102	34	34	34
лабораторные	51	17	34	0
практические	34	17	0	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	15	4	4	7
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	302	108	108	86
курсовой проект	0	0	0	0
курсовая работа	0	0	0	0
расчетно-графическое задание	18		0	18
индивидуальное домашнее задание	0	0	0	0
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	176	72	72	32
экзамен	108	36	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
<u>1. Введение</u> (наименование тематического раздела)					
1	Предмет, проблемы и задачи курса. Исторический экскурс. Основные понятия и определения	2			4
	ИТОГО	2			4
<u>2. Принципы зонной теории твёрдого тела</u> (наименование тематического раздела)					
1	Образование энергетических зон. Энергетические диаграммы твердых тел	2			4
	ИТОГО	2			4
<u>3. Электропроводность полупроводников</u> (наименование тематического раздела)					
1	Свойства полупроводников, выделяющие их в особый класс. Структура полупроводников (пространственное и плоскостное изображение кристаллической решётки). Подвижные носители заряда в полупроводниках (электронная и дырочная электропроводимость). Равновесная концентрация носителей заряда в собственном полупроводнике	2			4
2	Примеси в полупроводниках (донорные и акцепторные). Примесные полупроводники <i>n</i> -типа, полупроводники <i>p</i> -типа). Компенсация примеси. Температурная зависимость концентрации носителей заряда в примесном полупроводнике	2			4
3	Время жизни неравновесных носителей заряда.	2			4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Виды рекомбинации. Механизмы генерации и рекомбинации пар носителей заряда. Стадии рекомбинации через ловушки				
	ИТОГО	6			12
4. Движение носителей заряда (наименование тематического раздела)					
1	Диффузия. Дрейф. Диффузионная длина. Подвижность носителей заряда	2			4
	ИТОГО	2			4
5. Электронно-дырочный и металло-полупроводниковый переходы (наименование тематического раздела)					
1	Структура и принцип действия электронно-дырочного перехода. Энергетическая диаграмма <i>p-n</i> -перехода. Потенциальный барьер <i>p-n</i> -перехода. Прямое смещение <i>p-n</i> -перехода. Инжекция. Прямая ветвь вольт-амперной характеристики (ВАХ) <i>p-n</i> -перехода. Обратное смещение <i>p-n</i> -перехода. Экстракция. Составляющие обратного тока <i>p-n</i> -перехода (механизм образования теплового тока насыщения, механизм образования тока термогенерации). Обратная ветвь вольт-амперной характеристики <i>p-n</i> -перехода. Дифференциальное сопротивление <i>p-n</i> -перехода. Вольт-амперная характеристика реального <i>p-n</i> -перехода. Модели вольт-амперной характеристики. Ёмкости <i>p-n</i> -перехода (барьерная, диффузионная). Вольт-фарадные характеристики барьерной и диффузионной емкостей <i>p-n</i> -	6	4		18

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	перехода. Частотные характеристики барьерной и диффузионной емкостей <i>p-n</i> -перехода. Эквивалентные схемы <i>p-n</i> -перехода. Пробои <i>p-n</i> -перехода (лавинный, туннельный, тепловой). Переходные процессы в <i>p-n</i> -переходах (при больших напряжениях и токах, при малых напряжениях и токах)				
2	Металло-полупроводниковые переходы. Переход с барьером Шоттки. Омический контакт	2	2		6
	ИТОГО	8	6		24
6. Полупроводниковые приборы (наименование тематического раздела)					
1	Классификация диодов. Применение выпрямительных диодов в схемах однополупериодного выпрямителя и амплитудного ограничителя напряжения. Варикапы. Применение варикапа для настройки колебательного контура. Стабилитроны. Применение стабилитрона для стабилизации постоянного напряжения. Термокомпенсированные стабилитроны. Стабисторы. Импульсные диоды	4	4	6	4
2	Биполярные транзисторы (БпТ). Структура и условное графическое обозначение биполярных транзисторов. Режимы работы биполярных транзисторов. Условия взаимодействия <i>p-n</i> -переходов в биполярных транзисторах. Принцип действия биполярных транзисторов. Распреде-	4	3	6	4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	ление токов в биполярном транзисторе. Соотношение между токами в биполярном транзисторе. Зависимость коэффициента передачи тока от тока эмиттера. Потенциальная диаграмма биполярных транзисторов. Распределение концентрации неосновных носителей заряда в базе. Модуляция толщины базы (эффект Эрли, эффект Кирка). Основные схемы включения биполярного транзистора. Определение режима работы биполярного транзистора. Статические вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов. Динамика работы биполярного транзистора. Сравнительный анализ усилительных каскадов на основе биполярных транзисторов. Частотные свойства биполярных транзисторов. Шумы в биполярных транзисторах. Пробои биполярных транзисторов				
3	Классификация тиристоров. Структура и принцип действия диодных тиристоров (динисторов). Вольт-амперная характеристика диодного тиристора. Двухтранзисторная модель работы диодного тиристора. Условное графическое обозначение диодного тиристора. Структура и принцип действия триодных тиристорov (тринисторов). Вольт-амперные характеристики триодного тиристора. Условные графические обозначения три-	2	2	2	4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	одных тиристоров. Структура и принцип действия симметричных тиристоров (симисторов). Вольт-амперные характеристики симметричных тиристоров. Условные графические обозначения симметричных тиристоров. Динамика работы тиристора. Эффект dU/dt . Применение тиристора в релаксационном генераторе пилообразных колебаний				
4	Классификация полевых транзисторов. Структура и принцип действия полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом. Статические вольт-амперные характеристики полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом. Условное графическое обозначение полевого транзистора с управляющим $p-n$ -переходом. Структура и принцип действия МДП-транзистора со встроенным каналом. Статические вольт-амперные характеристики МДП-транзистора со встроенным каналом. Условное графическое обозначение МДП-транзистора со встроенным каналом. Структура и принцип действия МДП-транзистора с индуцированным каналом. Статические вольт-амперные характеристики МДП-транзистора с индуцированным каналом. Условное графическое обозначение МДП-транзистора с индуцированным каналом	2	2	2	4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
5	Принципы действия фотоэлектрических полупроводниковых приборов (фоторезистор, фотодиод, фототранзистор). Элементы практических схем с фотоэлектрическими приборами	2		1	8
	ИТОГО	14	11	17	24
	ВСЕГО	34	17	17	72

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение в электронику					
1.1	Общие сведения об электронике и схемотехнике. Основные понятия и определения. Сигналы. Обработка сигналов. Аналоговые операции над сигналами. RC-цепи. Классификация аналоговых электронных устройств.	2	-	2	4
1.2	Основные показатели и характеристики аналоговых электронных устройств. Коэффициент усиления. АЧХ и ФЧХ. Линейные искажения. Переходная и импульсная характеристики. Амплитудная характеристика и динамический диапазон. Нелинейные искажения. Входные и выходные параметры. Помехи. Стабильность показателей.	2	-	2	4
2. Усилители электрических сигналов					
2.1	Определение усилителя. Принципы построения электронных усилителей. Принцип работы усилителя. Основные характеристики усилителей. Параметры усилителей. Обратная связь в усилителях. Режимы работы усилителей.	2	-	2	4
2.2	Усилительные каскады на биполярных транзисторах по схеме с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором.	2	-	2	4
2.3	Режимы работы усилительных каскадов. Причины неустойчивости режима усилительного каскада. Схемы смещения и стабилизация режима усилительного каскада. Расчет усилительного каскада по постоянному и по переменному току. Анализ частотных свойств кас-	2	-	2	4

	када.				
2.4	Каскады предварительного усиления. Назначение. Параметры и характеристики. Устройство и принцип действия.	2	-	-	4
2.5	Дифференциальный каскад (ДК). Свойства дифференциального каскада. Характеристики ДК для синфазного и дифференциального сигнала. Коэффициент усиления. Коэффициент ослабления синфазного сигнала. Смещение нуля. Режим большого и малого сигнала.	2	-	-	4
2.6	Работа ДК при использовании одного из входов. Токовое зеркало. ДК с динамической нагрузкой. ДК с каскадной схемой. ДК в интегральном исполнении.	2	-	-	4
2.7	Оконечные каскады усиления. Однотактные оконечные каскады. Двухтактные каскады. Расчет оконечных каскадов.	2	-	-	4
2.8	Усилители постоянного тока. Операционные усилители, параметры, характеристики.	2	-	-	4
3. Полупроводниковые выпрямители					
3.1	Структура выпрямителей. Однополупериодный выпрямитель. Двухполупериодный выпрямитель. Трехфазный и шестифазный выпрямители.	2	-	8	4
3.2	Управляемые выпрямители. Диаграмма работы. Управляемая 3-х фазная двунаправленная шестипульсная схема выпрямителя.	2	-	-	4
3.3	Сглаживающие фильтры. Схемы. Емкостной фильтр, графики напряжений и токов. Индуктивные фильтры. Умножитель напряжения.	2	-	4	4
4. Тиристорные регуляторы переменного напряжения					
4.1	Схема однофазного тиристорного регулятора переменного напряжения. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры. Характеристики.	2	-	6	4
5. Источники питания постоянного напряжения.					
5.1	Назначение. Область применения. Принцип построения. Структура. Функциональная схема источника питания.	2	-	2	6
5.2	Параметрический стабилизатор постоянного напряжения. Схема. Принцип действия. Расчет параметрического стабилизатора постоянного напряжения.	2	-	4	6
5.3	Компенсационные стабилизаторы постоянного напряжения на биполярных транзисторах. Принципиальная схема, принцип действия. Расчет компенсационного стабилизатора постоянного напряжения.	2	-	-	4
	ВСЕГО	34		34	72

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час
----------	--	---

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
6. Схемотехника устройств на базе операционного усилителя					
6.1	Операционные усилители, схемотехника операционного усилителя. Параметры операционных усилителей. Характеристики операционных усилителей.	2	2	-	2
6.2	Инвертирующий усилитель. Неинвертирующий усилитель. Дифференциальный усилитель. Интегратор. Дифференциатор. Инвертирующие и неинвертирующие сумматоры.	2	2	-	2
6.3	Компаратор и Триггер Шмидта. Назначение. Область применения. Электрические принципиальные схемы. Принцип действия. Временные диаграммы.	2	2	-	2
6.4	Мультивибраторы на биполярных транзисторах. Электрическая принципиальная схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Одновибратор.	2	2	-	2
6.5	Мультивибраторы на операционных усилителях. Электрическая принципиальная схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Одновибратор на операционном усилителе.	2	2	-	2
6.6	Анализ аналоговых электронных устройств с помощью программ схемотехнического моделирования.	2	2	-	2
7. Цифровая схемотехника					
7.1	Принципы дискретной обработки информации. Формы представления двоичных сигналов. Транзисторный ключ. Принципы функционирования и основные характеристики ключевых элементов. Потенциальные, импульсные сигналы и их основные характеристики.	2	0	-	2
7.2	Элементы цифровой схемотехники. Логические интегральные схемы. Разновидности логических интегральных схем. Измерение параметров интегральных схем. Типовые схемотехнические решения, схемы включения.	2	0	-	2
7.3	Логические элементы. "И" "ИЛИ" "НЕ" и их комбинации. Преобразование логических выражений в соответствии с основными тождествами и законами алгебры логики. Минимизация логических функций. Карты Карно.	2	2	-	2
7.4	Триггерные устройства различных типов. Принципы построения интегральных триггеров. RS – триггеры.	2	1	-	2
7.5	JK-триггеры. D-триггеры. T-триггеры. Синхронные триггеры.	2	2	-	2
7.6	Функциональные узлы комбинационного типа Шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры, сумма-	2	0	-	2

	торы, компараторы, схемы сравнения.				
7.8	Функциональные узлы последовательностного типа (регистры и счетчики).	2	0	-	2
7.9	Модели и принципы построения комбинационных схем.	2	0	-	2
7.10	Умножители и арифметико-логические устройства. Риски сбоя в последовательностных и комбинационных схемах. Типовые схемотехнические решения при проектировании функциональных узлов цифровых устройств.	2	0	-	1
7.11	Синхронизация в цифровых устройствах. Совместная работа цифровых элементов в составе узлов и устройств. Временные диаграммы работы цифровых устройств. Основные конструктивные особенности современных интегральных схем.	2	0	-	1
8. Микропроцессорные и микроконтроллерные устройства					
8.1	Схемотехника устройств и систем на базе микропроцессоров и микроконтроллеров. Архитектура. Периферийные модули.	2	0	-	1
8.2	Принципы и основные методы проектирования узлов и блоков автоматизированных систем. Этапы проектирования.	2	0	-	1
	ВСЕГО	34	17	-	32

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Тема практического занятия	Кол-во часов
1	Выпрямители напряжения	2
2	Параметрический стабилизатор постоянного напряжения	2
3	Схема электронной настройки колебательного контура с варикапом	2
4	Амплитудные ограничители напряжения	2
5	Диодные ключи	2
6	Усилительные каскады на биполярных транзисторах	2
7	Усилительные каскады на полевых транзисторах	2
8	Релаксационный генератор пилообразных колебаний на тиристоре	2
9	Схема с фазовым регулированием анодного тока на триодном тиристоре	1
	ИТОГО	17

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Схемотехника устройств на базе операционного усилителя	Расчет усилительных каскадов по постоянному и переменному току	2	2
2	Схемотехника устройств на базе операционного усилителя	Расчет интегрирующих и дифференцирующих цепей	2	2

3	Схемотехника устройств на базе операционного усилителя	Схемотехническое проектирование импульсных цепей	2	2
4	Схемотехника устройств на базе операционного усилителя	Расчет пороговых устройств	2	2
5	Схемотехника устройств на базе операционного усилителя	Расчет мультивибраторов	2	2
	Схемотехника устройств на базе операционного усилителя	Расчет функциональных блоков на операционных усилителях.	2	2
	Схемотехника устройств на базе операционного усилителя	Источники питания схем с операционными.	2	2
6	Цифровая схемотехника	Преобразование логических выражений в соответствии с основными тождествами и законами алгебры логики. Минимизация логических функций.	3	3
ИТОГО:			17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов
1, 2	2,3,4,5,6	Полупроводниковые диоды в схемах выпрямления и стабилизации напряжения, а также высокочастотные и импульсные диоды	6
3, 4	3, 4, 5, 6	Биполярный транзистор в режимах постоянного тока и усиления малых сигналов	6
5	3, 4, 5, 6	Полевые транзисторы	2
6	3, 4, 5, 6	Диодные и триодные тиристоры	2
7	3, 4, 5, 6	Фотоэлектрические полупроводниковые приборы	1
ИТОГО			17

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Усилители электрических сигналов	Исследование работы транзисторного каскада с общим эмиттером.	10	10
2	Полупроводниковые выпрямители	Исследование работы однополупериодного выпрямителя.	6	6
3	Полупроводниковые выпрямители	Исследование работы мостового выпрямителя.	6	6

4	Тиристорные регуляторы переменного напряжения	Исследование управляемых схем на тиристорах.	6	6
5	Источники питания постоянного напряжения.	Исследование стабилитрона.	6	6
ИТОГО:			34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено расчетно-графическое задание с объемом самостоятельной работы студента (СРС) – 18 ч.

Расчетно-графическое задание – Разработка функционального генератора электрических сигналов.

Расчетно-пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- техническое задание;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- перечень ссылок;
- приложения.

Общий объем пояснительной записки 12-15 страниц. Графическая часть выполняется на листах формата А3, на которые выносятся:

- структурная схема генератора;
- схема электрическая принципиальная генератора;
- характеристики генератора и результаты моделирования.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-13.4. Применяет стандартные методы расчета при проектировании электронных систем	защита лабораторных работ; расчетно-графическое задание; экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

семестр № 3:

№ п/п	Содержание вопросов
1	Что такое электронно-дырочный переход?
2	Что такое контактная разность потенциалов?
3	Назовите основные составляющие тока в р-п-переходе.
4	Что такое обратный ток р-п - перехода и как он зависит от температуры?
5	Какое влияние оказывает внешнее прямое и обратное напряжение на свойства р-п-перехода?
6	Чем отличается диффузия и дрейф носителей заряда?
7	Объяснить основное свойство р-п-перехода и изобразить его вольт-амперную характеристику.
8	Что такое пробой р-п-перехода? Какое практическое значение имеет электрический пробой?
9	Перечислите основные параметры стабилитрона.
10	Что такое стабисторы и двуанодные стабилитроны?
11	С чем связано появление выброса напряжения на переходной характеристике при включении импульсного диода?
12	Как изменяются ток и напряжение на диоде при его включении?
13	Что такое время установления $t_{уст}$ и время восстановления $t_{восм}$?
14	Как зависит время установления и восстановления от амплитуды прямого и обратного тока?
15	Каковы способы уменьшения времени жизни неосновных носителей заряда?
16	Что такое барьерная и диффузионная емкость?
17	Как зависит величина барьерной емкости от напряжения на диоде?
18	В чем состоит отличие между транзисторами р-п-р типа и п-р-п типа?
19	Что такое коэффициент инжекции?
20	Что такое коэффициент переноса?
21	Что такое эффект модуляции ширины базы (эффект Эрли)?
22	Как и почему влияет напряжение $U_{кб}$ на положение входной статической характеристики в схеме включения транзистора с общей базой (ОБ)?
23	Какие процессы в структуре транзистора определяют ток в выводе базы?
24	Как связаны ток эмиттера, базы и коллектора?
25	Почему выходные вольт-амперные характеристики в схеме ОБ заходят за ось ординат?
26	Как с помощью коллекторных и эмиттерных характеристик определять h-параметры транзистора в схеме с ОБ?
27	Что такое насыщение и отсечка в биполярном транзисторе? Показать эти области на вольт-амперных характеристиках транзистора, включенного по схеме ОБ.
28	Каким образом напряжение $U_{кэ}$ влияет на положение входной (базовой) характеристики в схеме ОЭ?
29	Почему наклон выходных (коллекторных) характеристик в схеме ОЭ больше, чем в схеме ОБ?
30	Почему выходные характеристики в схеме ОЭ выходят, приблизительно, из начала координат, а в схеме ОБ заходят в область отрицательных значений коллекторного напряжения?
31	Почему входные характеристики в схеме ОБ выходят из начала координат, а в

№ п/п	Содержание вопросов
	схеме ОЭ заходят за ось абсцисс?
32	Как связаны коэффициенты передачи тока в схеме ОБ и ОЭ?
33	Каков физический смысл каждого из h- параметров транзистора?
34	Какая из схем включения транзистора имеет наибольшее усиление по мощности?
35	По какой причине сопротивление запертого коллекторного перехода $r_{к(б)}$ в схеме ОБ больше, чем в схеме ОЭ?
36	Написать основные условия инжекции, экстракции в малой рекомбинации для транзистора p-n-p и n-p-n структур.
37	Какой ток течет в выводе коллектора в режиме отсечки?
38	Чем определяется температурная нестабильность коллекторного тока?
39	Назовите и охарактеризуйте основные схемы питания биполярных транзисторов от одного источника.
40	Какие приборы относятся к классу приборов с полевым (потенциальным) управлением? В чем их преимущество перед биполярными транзисторами, управляемыми током?
41	Как устроен полевой транзистор с управляющим p-n переходом (унитрон) и какую роль в нем играет p-n переход?
42	Как осуществляется модуляция ширины канала?
43	Как объяснить ограничение роста тока I_c при росте напряжения $U_{си}$?
44	Изобразите стоковые и стоко-затворные характеристики унитрона. Поясните происхождение различных областей из них.
45	Поясните смысл напряжений насыщения и отсечки тока I_c . Как они связаны?
46	Как определяются основные дифференциальные параметры полевых транзисторов?
47	Что такое температурно-стабильная точка (ТСТ)? В чем её практическая ценность?
48	Изобразите эквивалентные схемы полевого транзистора для диапазонов высоких и низких частот.
49	Изобразите простейшую схему усилителя на полевом транзисторе с управляющим p-n переходом.
50	Из каких соображений выбирают элементы R_n и C_n в цепи истока унитрона? Какие функции выполняет эта RC-цепь?
51	Что такое транзистор с изолированным затвором и в чем его основное отличие от полевого транзистора с управляющим p-n переходом и биполярного транзистора?
52	Что означают термины "обогащение канала", "обеднение канала", "индуцированный канал"?
53	Какими возможностями обладает МДП-транзистор со встроенным каналом? Изобразите его вольт-амперные характеристики.
54	Поясните принцип действия МДП-структуры с индуцированным каналом. Как в полупроводнике p-типа создать электронный канал?
55	Какой вид имеют вольт-амперные характеристики транзистора с индуцированным каналом?
56	Как по ГОСТу обозначаются полевые транзисторы? Как по их обозначению узнать тип канала?
57	Что такое тиристор и чем обусловлена высокая эффективность его работы?
58	Поясните сущность взаимодействия трех p-n и n-p переходов в тиристорной структуре.
59	Изобразите вольт-амперную характеристику диодного тиристора и поясните происхождение каждого из ее участков.
60	Что такое ток включения $I_{вкл}$, ток выключения $I_{выкл}$ и ток управления спрямления

№ п/п	Содержание вопросов
	$I_{y\text{ сгр}}?$
61	Какова величина остаточного напряжения на включенном тиристоре?
62	Какое смещение имеют переходы тиристора в выключенном состоянии?
63	Какое смещение имеют переходы тиристора во включенном состоянии?
64	Как объяснить переход <i>p-n-p-n</i> структуры в режиме насыщения при переключении на большой ток?
65	Назовите и поясните основные параметры динистора?
66	Почему триодный тиристор называется управляемым переключателем тока?
67	Поясните причины воздействия прямого базового тока управления I_y на процесс включения тиристора?
68	Как можно выключить включенный тиристор? Какой способ выключения считается наилучшим?
69	Что такое пусковая характеристика тиристора?
70	Что такое симистор?
71	Каков порядок времени включения $t_{вкл}$ и выключения $t_{выкл}$ тиристора?
72	Для чего во внешнюю цепь тиристорной схемы обязательно включается резистор?
73	Какой порядок коэффициента усиления тока для триодного тиристора?
74	С чем связаны трудности при выключении тиристора по управляющему электроду?
75	Как устроен и работает полностью управляемый (двухоперационный) тиристор?
76	Как по ГОСТу обозначаются на схемах и маркируются тиристоры разных типов?
77	Что такое внутренний фотоэффект?
78	Что такое интегральная и удельная чувствительность фотоприбора?
79	Что такое вольт-амперная и световая характеристики фотоприбора и каким образом по ним можно определить интегральную чувствительность?
80	Как устроен и какими свойствами и характеристиками обладает фоторезистор?
81	Что такое фотодиод и в каких режимах он может работать?
82	Каким может быть применение фотоприборного режима работы фотодиода?
83	Что такое фототранзистор и чем он отличается по принципу действия от обычного биполярного транзистора?
84	Нарисуйте простейшую схему фотореле и поясните принцип его действия.
85	Что такое световой поток и освещённость? В каких единицах они измеряются?

семестр № 4-5:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в электронику	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие сигнала в электронике. Обработка сигналов. Аналоговые операции над сигналами. 2. Классификация аналоговых электронных устройств. 3. Основные показатели и характеристики аналоговых электронных устройств. 4. Коэффициент усиления. Амплитудочастотная и фазочастотная характеристики. 5. Линейные искажения. Переходная и импульсная характеристики. Амплитудная характеристика и динамический диапазон. 6. Нелинейные искажения. Входные и выходные параметры. Помехи. Стабильность показателей.

2	Усилители электрических сигналов	<ol style="list-style-type: none"> 7. Отрицательная обратная связь и частотная характеристика. 8. Усилители. Основные сведения. Классификация. 9. Усилители. Основные параметры и характеристики усилителей. 10. Усилители Принципы построения электронных усилителей. Принцип работы усилителя. 11. Обратная связь в усилителях. Классификация обратных связей в усилителях. Отрицательно-обратная связь, положительно-обратная связь. 12. Режимы работы усилителей. 13. Усилительные каскады на биполярных транзисторах по схеме с общей базой. 14. Усилительные каскады на биполярных транзисторах по схеме с общим эмиттером. 15. Усилительные каскады на биполярных транзисторах по схеме с общим коллектором. 16. Режимы работы усилительных каскадов. 17. Причины неустойчивости режима усилительного каскада. Схемы смещения и стабилизация режима усилительного каскада. 18. Расчет усилительного каскада по постоянному и по переменному току. 19. Анализ частотных свойств каскада. 20. Каскады предварительного усиления. Назначение. Параметры и характеристики. Устройство и принцип действия. 21. Дифференциальный каскад (ДК). Свойства дифференциального каскада. Характеристики ДК для синфазного и дифференциального сигнала. Коэффициент усиления. Коэффициент ослабления синфазного сигнала. Смещение нуля. Режим большого и малого сигнала. 22. Работа дифференциального каскада при использовании одного из входов. 23. Токовое зеркало. Дифференциальный каскад с динамической нагрузкой. 24. Дифференциальный каскад с каскодной схемой. 25. Дифференциальный каскад в интегральном исполнении. 26. Оконечные каскады усиления. Схемы. Принцип действия. Временные диаграммы. 27. Однотактные оконечные каскады. Схемы. Принцип действия. Временные диаграммы. 28. Двухтактные каскады. Схемы. Принцип действия. Временные диаграммы. 29. Расчет оконечных каскадов. 30. Усилители постоянного тока. Схемы. Принцип действия. Временные диаграммы. 31. Операционные усилители, параметры, характеристики.
---	----------------------------------	---

3	Полупроводниковые выпрямители	<p>32. Полупроводниковые выпрямители. Определение. Назначение. Классификация выпрямителей. Область применения. Структура выпрямителей.</p> <p>33. Однополупериодный выпрямитель. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры и характеристики.</p> <p>34. Двухполупериодный выпрямитель. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры и характеристики.</p> <p>35. Трехфазный и шестифазный выпрямители. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры и характеристики.</p> <p>36. Управляемые выпрямители. Схема. Принцип действия. Диаграмма работы.</p> <p>37. Управляемая 3-х фазная двунаправленная шестипульсная схема выпрямителя.</p> <p>38. Сглаживающие фильтры. Схемы. Емкостной фильтр, графики напряжений и токов. Индуктивные фильтры.</p> <p>39. Умножитель напряжения. Схема принцип действия.</p>
4	Тиристорные регуляторы переменного напряжения	<p>40. Схема однофазного тиристорного регулятора переменного напряжения. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры. Характеристики.</p>
5	Источники питания постоянного напряжения.	<p>41. Источники питания постоянного напряжения. Назначение. Область применения. Принцип построения. Структура. Функциональная схема.</p> <p>42. Параметрический стабилизатор постоянного напряжения. Схема. Принцип действия. Расчет параметрического стабилизатора постоянного напряжения.</p> <p>43. Компенсационные стабилизаторы постоянного напряжения на биполярных транзисторах. Принципиальная схема, принцип действия. Расчет компенсационного стабилизатора постоянного напряжения.</p>
6	Схемотехника устройств на базе операционного усилителя	<p>44. Операционные усилители, схемотехника операционного усилителя. Параметры операционных усилителей. Характеристики операционных усилителей. Погрешности реальных операционных усилителей.</p> <p>45. Инвертирующий усилитель. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры. Характеристики.</p> <p>46. Неинвертирующий усилитель. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры. Характеристики.</p> <p>47. Дифференциальный усилитель. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры.</p>

		<p>Характеристики.</p> <p>48. Интегратор. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры. Характеристики.</p> <p>49. Дифференциатор. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры. Характеристики.</p> <p>50. Инвертирующие и неинвертирующие сумматоры. Схема. Принцип действия. Временные диаграммы. Параметры. Характеристики.</p> <p>51. Компаратор и Триггер Шмидта. Назначение. Область применения. Электрические принципиальные схемы. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>52. Мультивибраторы на биполярных транзисторах. Электрическая принципиальная схема. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>53. Одновибратор. Электрическая принципиальная схема. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>54. Мультивибраторы на операционных усилителях. Электрическая принципиальная схема. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>55. Одновибратор на операционном усилителе. Электрическая принципиальная схема. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>56. Анализ аналоговых электронных устройств с помощью программ схемотехнического моделирования.</p>
7	Цифровая схемотехника	<p>57. Принципы дискретной обработки информации. Формы представления двоичных сигналов.</p> <p>58. Транзисторный ключ. Принципы функционирования и основные характеристики ключевых элементов. Потенциальные, импульсные сигналы и их основные характеристики.</p> <p>59. Элементы цифровой схемотехники. Логические интегральные схемы. Разновидности логических интегральных схем. Измерение параметров интегральных схем. Типовые схемотехнические решения, схемы включения.</p> <p>60. Логические элементы. "И" "ИЛИ" "НЕ" и их комбинации.</p> <p>61. Преобразование логических выражений в соответствии с основными тождествами и законами алгебры логики.</p> <p>62. Минимизация логических функций. Карты Карно.</p> <p>63. Триггерные устройства различных типов.</p> <p>64. Принципы построения интегральных триггеров.</p> <p>65. RS – триггеры. Описание. Таблица истинности. Временные диаграммы.</p> <p>66. JK-триггеры. Описание. Таблица истинности. Временные диаграммы.</p> <p>67. D-триггеры. Описание. Таблица истинности.</p>

		<p>Временные диаграммы.</p> <p>68. Т-триггеры. Описание. Таблица истинности. Временные диаграммы.</p> <p>69. Синхронные триггеры.</p> <p>70. Функциональные узлы комбинационного типа. Шифраторы и дешифраторы. Схемы. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>71. Функциональные узлы комбинационного типа. Мультиплексоры. Схемы. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>72. Функциональные узлы комбинационного типа. Сумматоры, компараторы, схемы сравнения. Схемы. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>73. Функциональные узлы последовательностного типа. Регистры и счетчики. Схемы. Принцип действия. Временные диаграммы.</p> <p>74. Модели и принципы построения комбинационных схем.</p> <p>75. Умножители и арифметико-логические устройства. Риски сбоя в последовательностных и комбинационных схемах. Типовые схемотехнические решения при проектировании функциональных узлов цифровых устройств.</p> <p>76. Синхронизация в цифровых устройствах. Совместная работа цифровых элементов в составе узлов и устройств. Временные диаграммы работы цифровых устройств. Основные конструктивные особенности современных интегральных схем.</p>
8	Микропроцессорные и микроконтроллерные устройства	<p>77. Схемотехника устройств и систем на базе микропроцессоров и микроконтроллеров. Архитектура. Периферийные модули.</p> <p>78. Принципы и основные методы проектирования узлов и блоков автоматизированных систем. Этапы проектирования.</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы ис-

пользуется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов.
	Объем освоенного материала.
	Полнота ответов на вопросы.
	Четкость изложения и интерпретации знаний.
Умения	Рассчитывать номиналы элементов схемы под заданные технические требования.
	Моделировать электронные схемы.
	Разрабатывать принципиальные электронные схемы.
Навыки	Владеть навыками по выбору электронной компонентной базы.
	Владеть навыками использования специализированного программного обеспечения для разработки принципиальных электрических схем.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, но допускает неточности формулировок	Знает термины классификации, основные принципы	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение пояс-	Выполняет поясняющие схемы и	Выполняет поясняющие рисунки	Выполняет поясняющие рисунки

	няющими схемами, рисунками и примерами	рисунки небрежно и с ошибками	и схемы корректно и понятно	и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение рассчитывать номиналы элементов схемы под заданные технические требования	Не умеет рассчитывать номиналы элементов схемы под заданные технические требования	Умеет рассчитывать номиналы элементов схемы под заданные технические требования с подсказками преподавателя	Умеет рассчитывать номиналы элементов схемы под заданные технические требования при решении типовых задач	Умеет самостоятельно рассчитывать номиналы элементов схемы под заданные технические требования
Умение моделировать электронные схемы	Не умеет моделировать электронные схемы	Умеет моделировать простейшие электронные схемы	Умеет моделировать стандартные электронные схемы	Умеет моделировать электронные схемы повышенной сложности
Умение разрабатывать принципиальные электронные схемы	Не умеет разрабатывать принципиальные электронные схемы	Умеет разрабатывать принципиальные электронные схемы с подсказками преподавателя	Умеет разрабатывать типовые принципиальные электронные схемы	Умеет самостоятельно разрабатывать принципиальные электронные схемы

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками по выбору электронной компонентной базы	Не владеет навыками по выбору электронной компонентной базы	Имеются навыки по выбору электронной компонентной базы, но недостаточные для эффективного проектирования	Владеет навыками по выбору электронной компонентной базы с незначительными ошибками	Владеет навыками по выбору электронной компонентной базы
Владеть навыками использования специализированного программного обеспечения для разработки принципиальных электрических схем	В принципе не понимает, как использовать специализированное программное обеспечение для разработки принципиальных электрических схем	Имеет лишь представление о специализированном программном обеспечении для разработки принципиальных электрических схем	Имеет представление о специализированном программном обеспечении для разработки принципиальных электрических схем	Владеет навыками использования специализированного программного обеспечения для разработки принципиальных электрических схем

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лабораторные работы проводятся в специализированных лабораториях технической электроники УК-4 (№210) и компьютерном классе УК-4 (№229)	Для проведения фронтальных работ на каждом лабораторном столе имеется следующее оборудование: 1. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112/1, 2. Цифровой осциллограф GDS-71042, 3. Аналоговый двухлучевой осциллограф GOS-620FG, 4. Вольтметр универсальный цифровой В7-22А, 5. Вольтметр универсальный В7-26, 6. Мультиметр цифровой серии УТ-30, 7. Мультиметр цифровой серии УТ-70С, 8. Универсальная лабораторная панель настольного типа УЛП-1 со сменными цоколями, 9. Универсальный лабораторный стенд настольного типа ЛОЭ1А со сменными блоками. 10. Измеритель L,C,R универсальный Е7-11. 11. Универсальный лабораторный макет NI ELVIS со сменными блоками, универсальная лабораторная платформа NI Lab VIEW.
2	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий УК-4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows Professional 8.1	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31

2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
4	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
5	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения Mozilla Public License 2.0 MPL
7	Matlab R2014b	Лицензия № 362444, сетевая версия на 10 компьютеров
8	Matlab R2016b	Лицензия №1145851 бессрочная

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Печатные издания

1. Величко, Д.В. Полупроводниковые приборы и устройства: Учеб. пособие. / Д.В. Величко, В.Г. Рубанов. – Белгород: Политекра, 2006. – 184 с.
2. Лачин, В.И. Электроника: Учеб. пособие. – 4-е изд. / В.И. Лачин, Н.С. Савёлов. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 576 с.
3. Першин, В.Т. Основы радиоэлектроники и схемотехники: Учеб. пособие по курсовому проектированию / В.Т. Першин.– Мн.: Изд-во БГУИР, 2004. –116 с.
4. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – 5-е изд., исправл. / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. – СПб.: Лань, 2001. – 480 с.
5. Батушев, В.А. Электронные приборы: Учебник для вузов / В.А. Батушев. – М.: Высшая школа, 1980. – 383 с.
6. Электроника: методические указания к выполнению лабораторных работ для бакалавров направления 140400 – Электроэнергетика и электротехника профиля "Электропривод и автоматика" / сост.: А.В. Белоусов, А.Н.Семернин, А.С. Солдатенков, О.В. Парашук. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 101 с.

Электронные издания

1. Величко, Д.В. Физические основы электроники [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие с грифом УМО / Д.В. Величко, В.Г. Рубанов. – Белгород, 2006. – Деп. в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 02.08.06, №0320601177. – Режим доступа: <http://foe.bstu.ru>

2. Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника: Том 1: Электроника [Электронный ресурс]: учебник/ Бурков А.Т.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015.— 480 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45343>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Лоскутов Е.Д. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лоскутов Е.Д.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2016.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44037>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Фролов В.А. Электронная техника: Часть 2: Схемотехника электронных схем [Электронный ресурс]: учебник/ Фролов В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015.— 612 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45347>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Микушин А.В. Схемотехника цифровых устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Микушин А.В., Сединин В.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2007.— 327 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54777>.— ЭБС «IPRbooks»

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электротехника и электроника для программистов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.youtube.com/channel/UCFI31dsn8yhaarw6LZpSHWw> – Заглавие с экрана.
2. Интернет-ресурс, содержащий руководства по работе со средой MatLab [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.exponenta.ru>.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год
без изменений.

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ В. Г. Рубанов
подпись _____ ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись _____ ФИО