

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор института ЭИТУС

В. Белоусов

« 20 15 мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем

Направление подготовки (специальность):

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Мехатроника и робототехника

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики



## 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 методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.	ОПК-13.4. Применяет стандартные методы расчета при проектировании электронных систем	<p><b>Знать:</b> базовые принципы работы электронной элементной базы, основные характеристики, особенности; методы расчета и проектирования электронных систем.</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать номиналы элементов под заданные технические требования работы устройства; моделировать электронные схемы; разрабатывать принципиальные электронные схемы.</p> <p><b>Владеть:</b> 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 методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория автоматического управления
2	Технические средства систем управления роботов
3	Метрология и средства измерений в робототехнике

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зач. единиц, 468 часов.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Се- местр № 3	Се- местр № 4	Се- местр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	468	180	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	<b>200</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>56</b>

лекции	102	34	34	34
лабораторные	51	17	34	0
практические	34	17	0	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	13	4	4	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>268</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>88</b>
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)	178	72	72	34
экзамен	72	36	0	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
<b><u>1. Введение</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Предмет, проблемы и задачи курса. Исторический экскурс. Основные понятия и определения	2			4
	ИТОГО	2			4
<b><u>2. Принципы зонной теории твёрдого тела</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Образование энергетических зон. Энергетические диаграммы твердых тел	2			4
	ИТОГО	2			4
<b><u>3. Электропроводность полупроводников</u></b> (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. Виды рекомбинации. Меха-	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
	низмы генерации и рекомбинации пар носителей заряда. Стадии рекомбинации через ловушки				
	ИТОГО	6			12
<b>4. Движение носителей заряда</b> (наименование тематического раздела)					
1	Диффузия. Дрейф. Диффузионная длина. Подвижность носителей заряда	2			4
	ИТОГО	2			4
<b>5. Электронно-дырочный и металло-полупроводниковый переходы</b> (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> -перехода. Частотные характеристики барьерной и диффузионной емкостей	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
	<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
<b>6. Полупроводниковые приборы</b> (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. Термкомпенсированные стабилитроны. Стабисторы. Импульсные диоды	4	4	6	16
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. Распределение токов в биполярном транзисторе. Соотношение между токами в биполярном транзисторе. Зависимость коэффициента пе-	4	3	6	16

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	редачи 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 триодных тиристорov. Структура и принцип действия симметричных тиристорov (симисторов). Вольт-амперные характеристики симметричных тиристорov	2	2	2	10



№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	ров. 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	12
5	Принципы действия фотоэлектрических полупроводниковых приборов (фоторезистор, фотодиод, фототранзистор). Элементы практических схем с фотоэлектрическими приборами	2		1	6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам нагрузки учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	ИТОГО	14	11	17	60
	ВСЕГО	34	17	17	108

## Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Кол-во лекционных часов	Объем на тематический раздел, час		
			Практические и др. занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
<b><u>1. Введение</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Предмет, проблемы и задачи курса. Исторический экскурс. Основные понятия и определения	2			2
	ИТОГО	2			2
<b><u>2. Усилительные каскады на транзисторах</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Основные параметры и характеристики усилителей	1		1	2
2	Обратные связи в усилителях	2		1	4
3	Стабилизация режима покоя	2		1	2
4	Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах	2		4	4
5	Коррекция амплитудно-частотной характеристики усилителей	1		1	2
	ИТОГО	8		8	14
<b><u>3. Усилители напряжения и мощности</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Усилители с резистивно-емкостной связью	2			2
2	Усилители постоянного тока	2			4
3	Операционные усилители (ОУ)	2		2	4
4	Избирательные усилители	2		2	4
5	Классы усиления	1			2
6	Усилители мощности	1			4
	ИТОГО	10		4	20
<b><u>4. Генераторы гармонических колебаний</u></b> (наименование тематического раздела)					
1	Условия самовозбуж-	2		1	6

	дения генератора				
2	Колебательная характеристика генератора	2		1	4
3	Принципы построения генераторов гармонических колебаний	2		2	6
	ИТОГО	6		4	16
<b>5. Источники вторичного электропитания</b> (наименование тематического раздела)					
	Выпрямители напряжения	2		2	4
	Параметрические и компенсационные стабилизаторы	2		4	4
	ИТОГО	4		6	8
<b>6. Генераторы импульсов</b> (наименование тематического раздела)					
1	Мультивибраторы	2		8	6
2	Компараторы напряжений	2		4	6
	ИТОГО	4		12	12
	ВСЕГО	34		34	72

### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Кол-во лекционных часов	Объем на тематический раздел, час		
			Практические и др. занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
<b>6. Генераторы импульсов</b> (наименование тематического раздела)					
1	Генераторы линейно-изменяющегося напряжения	4	2		12
	ИТОГО	4	2		12
<b>7. Базовые логические элементы</b> (наименование тематического раздела)					
1	Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ)	2	1		8
2	Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ)	2	1		8
3	Интегральная инжекционная логика (И <sup>2</sup> Л)	2	1		8
4	Транзисторная логика на МДП-транзисторах (МДП ТЛ)	2	1		8
5	Транзисторная логика на комплементарных МДП-транзисторах (КМДП ТЛ)	2	1		8
	ИТОГО	10	5		40
<b>8. Цифровые устройства</b> (наименование тематического раздела)					

1	Шифраторы и дешифраторы	2	2		6
2	Мультиплексоры и демultipлексоры	2	2		6
3	Сумматоры	2	1		4
4	Триггеры	2	1		4
5	Регистры	2	1		4
6	Счётчики импульсов	2	1		4
7	Запоминающие устройства	4	1		4
8	Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	4	1		4
	ИТОГО	20	10		36
	ВСЕГО	34	17		88

## 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	Тема практического занятия	Кол-во часов
1	Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах	2
2	Дифференциальные каскады. Операционные усилители	2
3	Генераторы гармонических колебаний	2
4	Базисы цифровых интегральных микросхем	2
5	Синтез комбинационных цифровых устройств	2
6	Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демultipлексоры	2
7	Преобразователи кодов. Сумматоры	2
8	Триггеры. Регистры. Счётчики импульсов	2
9	Ждущие и автоколебательные мультивибраторы	1
	ИТОГО	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	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Усилительные каскады на биполярных транзисторах	4
2	2	Усилительные каскады на полевых транзисторах	4
3	3	Избирательные усилители	4
4	4	Генераторы гармонических колебаний	4
5	5	Выпрямители напряжения	2
6	5	Параметрические и компенсационные стабилизаторы	4
7	6	Ждущие мультивибраторы	4
8	6	Автоколебательные мультивибраторы	4
9	6	Компараторы напряжений	4
ИТОГО			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 методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

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 стабилитроны 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 $t_{восст}$ ?
14	Как зависит время установления и восстановления от амплитуды прямого и обратного тока?

№ п/п	Содержание вопросов
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 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 р-п-р и п-р-п 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 р-п переходом (унитрон) и какую роль в нем играет р-п 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?

№ п/п	Содержание вопросов
48	Изобразите эквивалентные схемы полевого транзистора для диапазонов высоких и низких частот.
49	Изобразите простейшую схему усилителя на полевом транзисторе с управляющим р-п переходом.
50	Из каких соображений выбирают элементы $R_{и}$ и $C_{и}$ 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 р-п 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 р-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 р-п и п-р 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 $I_{успр}$ ?
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 р-п-р-п 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 фотодиодного режима работы фотодиода?



№ п/п	Содержание вопросов
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 вопросов
1	Какие существуют основные параметры и характеристики усилителя?
2	Пояснить вид амплитудно-частотной характеристики усилителя.
3	Как определяется динамический диапазон усилителя?
4	Как определяется полоса пропускания усилителя?
5	Представить методику измерения входного сопротивления усилителя.
6	Какие существуют виды обратных связей в усилителях?
7	Как влияет обратная связь на основные параметры и характеристики усилителя?
8	Какие существуют цепи смещения рабочей точки покоя в усилительных каскадах на биполярных транзисторах?
9	Какие существуют схемы стабилизации режима покоя в усилительных каскадах на биполярных транзисторах?
10	Каким образом осуществляется температурная стабилизация режима покоя в усилительном каскаде на биполярном транзисторе?
11	Каким образом осуществляется коррекция амплитудно-частотной характеристики усилительного каскада на биполярном транзисторе в области верхних и в области нижних частот?
12	Изобразить эквивалентную схему замещения усилителя.
13	Как определяются нижняя и верхняя граничные частоты усилителя?
14	Каким параметром количественно оцениваются частотные искажения сигнала в области нижних и верхних частот усилителя?
15	Дать определение амплитудно-частотной, фазочастотной, амплитудной и переходной характеристик усилителя.
16	Изобразить переходную характеристику усилителя с апериодической и колебательной формой фронта.
17	Чем обусловлены линейные и нелинейные искажения выходного сигнала в усилителе?
18	Представить вывод выражения для коэффициента усиления усилителя с последовательной обратной связью по току.
19	Каким образом полярность обратной связи влияет на коэффициент усиления усилителя?
20	Как обратная связь влияет на частотные характеристики усилителя?
21	Пояснить принцип действия автоматического смещения в усилительном каскаде на полевом транзисторе.
22	Каким образом осуществляется коррекция амплитудно-частотной характеристики усилительного каскада на полевом транзисторе в области нижних частот?
23	Какие существуют критерии классификации избирательных усилителей?
24	Какие существуют основные параметры и характеристики избирательных усилителей?
25	Как определяется полоса пропускания избирательного усилителя?
26	Какие существуют способы уменьшения полосы пропускания усилителя?
27	Что такое добротность избирательного усилителя и как она определяется?
28	Что такое коэффициент прямоугольности полосового усилителя и как он определяется?

№ п/п	Наименование вопросов
29	Объяснить принцип действия избирательного LC-усилителя с параллельным колебательным контуром в коллекторной цепи усилительного каскада на биполярном транзисторе.
30	Объяснить принцип действия двойного T-образного моста.
31	Изобразить амплитудно-частотную и фазочастотную характеристику двойного T-образного моста.
32	Объяснить принцип действия повторителя напряжения на операционном усилителе с режекторным RC-фильтром в нагрузке в виде двойного T-образного моста.
33	Объяснить принцип действия избирательного RC-усилителя на операционном усилителе с двойным T-образным мостом в цепи обратной связи.
34	Изобразить амплитудно-частотную и фазочастотную характеристику избирательного RC-усилителя на операционном усилителе с двойным T-образным мостом в цепи обратной связи.
35	Объяснить принцип действия избирательного RC-усилителя на операционном усилителе с многопетлевой обратной связью.
36	Изобразить амплитудно-частотную и фазочастотную характеристику избирательного RC-усилителя на операционном усилителе с многопетлевой обратной связью.
37	Как изменится амплитуда выходного импульса ждущего мультивибратора с эмиттерной связью, если уменьшить: а) сопротивление делителя напряжения в базовой цепи транзистора, б) ёмкость конденсатора времязадающей цепи, в) сопротивление в эмиттерной цепи транзисторов, г) сопротивление нагрузки?
38	Определить максимальную частоту запускающих импульсов ждущего мультивибратора с эмиттерной связью и ждущего мультивибратора на логических элементах.
39	Найти минимальное время восстановления исходного состояния схемы ждущего мультивибратора на логических элементах.
40	В каком случае длительность восстановления зависит от длительности запускающих импульсов ждущего мультивибратора на логических элементах?
41	Определить минимальное значение длительности запускающего импульса, при котором ждущий мультивибратор на логических элементах функционирует.
42	Объяснить, почему в схеме автоколебательного мультивибратора с коллекторно-базовыми связями возможно отсутствие колебаний, при наличии напряжения питания.
43	Как изменится длительность положительного фронта импульса на коллекторе транзистора автоколебательного мультивибратора с коллекторно-базовыми связями, если уменьшить: ёмкость конденсатора $C_1$ , ёмкость конденсатора $C_2$ , сопротивление резистора $R_{61}$ , сопротивление резистора $R_{62}$ , сопротивление резистора $R_{k1}$ , сопротивление резистора $R_{k2}$ ?
44	Определить минимальное значение напряжения смещения, при котором автоколебательный мультивибратор с коллекторно-базовыми связями сохраняет работоспособность.
45	Как изменится длительность импульсов, их частота и скважность в автоколебательном мультивибраторе на операционном усилителе, если закоротить диод, расположенный в цепи обратной связи?
46	Определить максимально допустимые значения сопротивлений $R_1$ и $R_2$ , при которых автоколебательный мультивибратор на логических элементах нормально функционирует.

## 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

### 3 семестр

В разделе приводится перечень заданий и материалов по оценке заявленных результатов обучения, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения контрольных заданий и контрольного тестирования по итогам практических занятий.

**Лабораторные работы.** В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, дан перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	Лабораторная работа №1. Полупроводниковые диоды в схемах выпрямления и ограничения напряжения	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Что такое электронно-дырочный переход?</li><li>2. Что такое контактная разность потенциалов?</li><li>3. Назовите основные составляющие тока в р-п-переходе.</li><li>4. Что такое обратный ток р-п - перехода и как он зависит от температуры?</li><li>5. Какое влияние оказывает внешнее прямое и обратное напряжение на свойства р-п-перехода?</li><li>6. Чем отличается диффузия и дрейф носителей заряда?</li><li>7. Объяснить основное свойство р-п-перехода и изобразить его вольт-амперную характеристику.</li></ol>
	Лабораторная работа №2. Стабилитроны в схемах стабилизации напряжения, высокочастотные и импульсные диоды, а также варикапы в схемах настройки колебательных контуров	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Что такое пробой р-п-перехода? Какое практическое значение имеет электрический пробой?</li><li>2. Перечислите основные параметры стабилитрона.</li><li>3. Что такое стабилитроны и двуанодные стабилитроны?</li><li>4. С чем связано появление выброса напряжения на переходной характеристике при включении импульсного диода?</li><li>5. Как изменяются ток и напряжение на диоде при его включении?</li><li>6. Что такое время установления <math>t_{уст}</math> и время восстановления <math>t_{восст}</math> ?</li></ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		7. Как зависит время установления и восстановления от амплитуды прямого и обратного тока? 8. Каковы способы уменьшения времени жизни неосновных носителей заряда? 9. Что такое барьерная и диффузионная емкость? 10. Как зависит величина барьерной емкости от напряжения на диоде?
	Лабораторная работа №3. Биполярный транзистор в режимах постоянного тока и усиления малых сигналов (схема включения с общей базой)	1. В чем состоит отличие между транзисторами р-п-р типа и п-р-п типа? 2. Что такое коэффициент инжекции? 3. Что такое коэффициент переноса? 4. Что такое эффект модуляции ширины базы (эффект Эрли)? 5. Как и почему влияет напряжение $U_{кб}$ на положение входной статической характеристики в схеме включения транзистора с общей базой (ОБ)? 6. Какие процессы в структуре транзистора определяют ток в выводе базы? 7. Как связаны ток эмиттера, базы и коллектора? 8. Почему выходные вольт-амперные характеристики в схеме ОБ заходят за ось ординат? 9. Как с помощью коллекторных и эмиттерных характеристик определять h-параметры транзистора в схеме с ОБ? 10. Что такое насыщение и отсечка в биполярном транзисторе? Показать эти области на вольт-амперных характеристиках транзистора, включенного по схеме ОБ.
	Лабораторная работа №4. Биполярный транзистор в режимах постоянного тока и усиления малых сигналов (схема включения с общим эмиттером)	1. Каким образом напряжение $U_{кэ}$ влияет на положение входной (базовой) характеристики в схеме ОЭ? 2. Почему наклон выходных (коллекторных) характеристик в схеме ОЭ больше, чем в схеме ОБ? 3. Почему выходные характеристики в схеме ОЭ выходят, приблизительно, из начала координат, а в схеме ОБ заходят в область отрицательных значений коллекторного напряжения? 4. Почему входные характеристики в схеме ОБ выходят из начала координат, а в схеме ОЭ заходят за ось абсцисс? 5. Как связаны коэффициенты передачи тока в схеме ОБ и ОЭ? 6. Каков физический смысл каждого из h-параметров транзистора? 7. Какая из схем включения транзистора имеет наибольшее усиление по мощности? 8. По какой причине сопротивление запертого коллекторного перехода $r_{к(б)}$ в схеме ОБ больше, чем в схеме ОЭ? 9. Написать основные условия инжекции, экстракции в малой рекомбинации для транзистора р-п-р и п-р-п структур. 10. Какой ток течет в выводе коллектора в режиме отсечки? 11. Чем определяется температурная нестабильность кол-

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>лекторного тока?</p> <p>12. Назовите и охарактеризуйте основные схемы питания биполярных транзисторов от одного источника.</p>
	<p>Лабораторная работа №5. Полевые транзисторы</p>	<p>1. Какие приборы относятся к классу приборов с полевым (потенциальным) управлением? В чем их преимущество перед биполярными транзисторами, управляемыми током?</p> <p>2. Как устроен полевой транзистор с управляющим р-п переходом (унитрон) и какую роль в нем играет р-п переход?</p> <p>3. Как осуществляется модуляция ширины канала?</p> <p>4. Как объяснить ограничение роста тока <math>I_c</math> при росте напряжения <math>U_{си}</math> ?</p> <p>5. Изобразите стоковые и стоко-затворные характеристики унитрона. Поясните происхождение различных областей из них.</p> <p>6. Поясните смысл напряжений насыщения и отсечки тока <math>I_c</math>. Как они связаны?</p> <p>7. Как определяются основные дифференциальные параметры полевых транзисторов?</p> <p>8. Что такое температурно-стабильная точка (ТСТ)? В чем её практическая ценность?</p> <p>9. Изобразите эквивалентные схемы полевого транзистора для диапазонов высоких и низких частот.</p> <p>10. Изобразите простейшую схему усилителя на полевом транзисторе с управляющим р-п переходом.</p> <p>11. Из каких соображений выбирают элементы <math>R_{и}</math> и <math>C_{и}</math> в цепи истока унитрона? Какие функции выполняет эта RC-цепь?</p> <p>12. Что такое транзистор с изолированным затвором и в чем его основное отличие от полевого транзистора с управляющим р-п переходом и биполярного транзистора?</p> <p>13. Что означают термины "обогащение канала", "обеднение канала", "индуцированный канал"?</p> <p>14. Какими возможностями обладает МДП-транзистор со встроенным каналом? Изобразите его вольт-амперные характеристики.</p> <p>15. Поясните принцип действия МДП-структуры с индуцированным каналом. Как в полупроводнике р-типа создать электронный канал?</p> <p>16. Какой вид имеют вольт-амперные характеристики транзистора с индуцированным каналом?</p> <p>17. Как по ГОСТу обозначаются полевые транзисторы? Как по их обозначению узнать тип канала?</p>
	<p>Лабораторная работа №6. Диодные и триодные тиристоры</p>	<p>1. Что такое тиристор и чем обусловлена высокая эффективность его работы?</p> <p>2. Поясните сущность взаимодействия трех р-п и п-р переходов в тиристорной структуре.</p> <p>3. Изобразите вольт-амперную характеристику диодного тиристора и поясните происхождение каждого из ее участков.</p> <p>4. Что такое ток включения <math>I_{вкл}</math>, ток выключения <math>I_{выкл}</math> и ток управления спрямления <math>I_{успр}</math>?</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>5. Какова величина остаточного напряжения на включенном тиристоре?</p> <p>6. Какое смещение имеют переходы тиристора в выключенном состоянии?</p> <p>7. Какое смещение имеют переходы тиристора во включенном состоянии?</p> <p>8. Как объяснить переход <i>p-n-p-n</i> структуры в режиме насыщения при переключении на большой ток?</p> <p>9. Назовите и поясните основные параметры динистора?</p> <p>10. Почему триодный тиристор называется управляемым переключателем тока?</p> <p>11. Поясните причины воздействия прямого базового тока управления <math>I_y</math> на процесс включения тиристора?</p> <p>12. Как можно выключить включенный тиристор? Какой способ выключения считается наилучшим?</p> <p>13. Что такое пусковая характеристика тиристора?</p> <p>14. Что такое симистор?</p> <p>15. Каков порядок времени включения <math>t_{вкл}</math> и выключения <math>t_{выкл}</math> тиристора?</p> <p>16. Для чего во внешнюю цепь тиристорной схемы обязательно включается резистор?</p> <p>17. Какой порядок коэффициента усиления тока для триодного тиристора?</p> <p>18. С чем связаны трудности при выключении тиристора по управляющему электроду?</p> <p>19. Как устроен и работает полностью управляемый (двухоперационный) тиристор?</p> <p>20. Как по ГОСТу обозначаются на схемах и маркируются тиристоры разных типов?</p>
	<p>Лабораторная работа №7. Фотозлектрические полупроводниковые приборы</p>	<p>1. Что такое внутренний фотоэффект?</p> <p>2. Что такое интегральная и удельная чувствительность фотоприбора?</p> <p>3. Что такое вольт-амперная и световая характеристики фотоприбора и каким образом по ним можно определить интегральную чувствительность?</p> <p>4. Как устроен и какими свойствами и характеристиками обладает фоторезистор?</p> <p>5. Что такое фотодиод и в каких режимах он может работать?</p> <p>6. Каким может быть применение фотодетекторного режима работы фотодиода?</p> <p>7. Что такое фототранзистор и чем он отличается по принципу действия от обычного биполярного транзистора?</p> <p>8. Нарисуйте простейшую схему фотореле и поясните принцип его действия.</p> <p>9. Что такое световой поток и освещённость? В каких единицах они измеряются?</p>

### Критерии оценивания лабораторной работы

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

**По итогам проведения практических занятий предусмотрено выполнение контрольных заданий**

№	Тема практического (семинарского) занятия	Примеры контрольных заданий
	Практическое занятие №1, №2 Диодные выпрямители и ограничители напряжения	<p>1. Изобразить схему и временные диаграммы работы однополупериодного выпрямителя напряжения:</p> <p>а) входное напряжение подаётся с выхода генератора гармонических колебаний; форма входного напряжения синусоидальная, амплитуда – превышает контактную разность потенциалов диода, частота – средняя; нагрузка – резистивная.</p> <p>б) входное напряжение подаётся с выхода генератора гармонических колебаний; форма входного напряжения синусоидальная, амплитуда – меньше контактной разности потенциалов диода, частота – средняя; нагрузка – резистивная.</p> <p>в) входное напряжение подаётся с выхода генератора гармонических колебаний; форма входного напряжения синусоидальная, амплитуда – превышает контактную разность потенциалов диода, частота – средняя; нагрузка – резистивно-емкостная.</p> <p>2. Изобразить схему и временные диаграммы работы двухполупериодного выпрямителя напряжения:</p> <p>а) входное напряжение подаётся с выхода генератора гармонических колебаний; форма входного напряжения синусоидальная, амплитуда – превышает <math>2\phi_k</math>, частота – средняя; нагрузка – резистивная.</p> <p>б) входное напряжение подаётся с выхода генератора гармонических колебаний; форма входного напряжения синусоидальная, амплитуда – превышает <math>2\phi_k</math>, ча-</p>

№	Тема практического (семинарского) занятия	Примеры контрольных заданий
		<p>стога – средняя: нагрузка – резистивно-емкостная.</p> <p>3. Изобразить схему и временные диаграммы работы удвоителя напряжения.</p> <p>4. Изобразить схему и временные диаграммы работы параллельного диодного ограничителя напряжения «сверху».</p> <p>5. Изобразить схему и временные диаграммы работы параллельного диодного ограничителя напряжения «снизу».</p> <p>6. Изобразить схему и временные диаграммы работы параллельного диодного ограничителя напряжения со смещением.</p>
	<p>Практическое занятие №3.            Параметрический стабилизатор постоянного напряжения</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объяснить принцип действия стабилитрона.</li> <li>2. Изобразить вольт-амперную характеристику и условное графическое обозначение стабилитрона.</li> <li>3. Изобразить схему параметрического стабилизатора постоянного напряжения и объяснить принцип его работы.</li> </ol>
	<p>Практическое занятие №4.            Схема электронной настройки колебательного контура с варикапом на резонансную частоту</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объяснить сущность барьерной ёмкости <math>p-n</math>-перехода.</li> <li>2. Объяснить принцип действия варикапа.</li> <li>3. Изобразить условное графическое обозначение варикапа.</li> <li>4. Изобразить вольт-фарадную характеристику варикапа.</li> <li>5. Изобразить схему колебательного контура с варикапом предназначенным для настройки на резонансную частоту и объяснить принцип её действия.</li> </ol>
	<p>Практическое занятие №5.            Усилительные каскады на биполярных транзисторах</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразить структуру и условное графическое обозначение биполярных транзисторов.</li> <li>2. Назвать режимы работы биполярных транзисторов.</li> <li>3. Назвать основные схемы включения биполярного транзистора.</li> <li>4. Определить режим работы биполярного транзистора.</li> <li>5. Изобразить статические вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов.</li> <li>6. Объяснить динамику работы биполярного транзистора.</li> <li>7. Показать сравнительный анализ усилительных каскадов на основе биполярных транзисторов.</li> </ol>
	<p>Практическое занятие №6.            Усилительные каскады на полевых транзисторах</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразить структуру и объяснить принцип действия полевого транзистора с управляющим <math>p-n</math>-переходом.</li> <li>2. Изобразить статические вольт-амперные характеристики полевого транзистора с управляющим <math>p-n</math>-переходом.</li> <li>3. Изобразить условное графическое обозначение полевого транзистора с управляющим <math>p-n</math>-переходом.</li> </ol>



№	Тема практического (семинарского) занятия	Примеры контрольных заданий
		<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Изобразить структуру и объяснить принцип действия МДП-транзистора со встроенным каналом.</li> <li>5. Изобразить статические вольт-амперные характеристики МДП-транзистора со встроенным каналом.</li> <li>6. Изобразить условное графическое обозначение МДП-транзистора со встроенным каналом.</li> <li>7. Изобразить структуру и объяснить принцип действия МДП-транзистора с индуцированным каналом.</li> <li>8. Изобразить статические вольт-амперные характеристики МДП-транзистора с индуцированным каналом.</li> <li>9. Изобразить условное графическое обозначение МДП-транзистора с индуцированным каналом.</li> </ol>
	<p>Практическое занятие №7. Релаксационный генератор пилообразных колебаний на тиристоре</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразить структуру и объяснить принцип действия диодных тиристорov (динисторов).</li> <li>2. Изобразить вольт-амперную характеристику диодного тиристора.</li> <li>3. Объяснить двухтранзисторную модель работы диодного тиристора.</li> <li>4. Изобразить условное графическое обозначение диодного тиристора.</li> <li>5. Изобразить структуру и объяснить принцип действия триодных тиристорov (тринисторов).</li> <li>6. Изобразить вольт-амперные характеристики триодного тиристора.</li> <li>7. Изобразить условные графические обозначения триодных тиристорov.</li> <li>8. Изобразить структуру и объяснить принцип действия симметричных тиристорov (симисторов).</li> <li>9. Изобразить вольт-амперные характеристики симметричных тиристорov.</li> <li>10. Изобразить условные графические обозначения симметричных тиристорov.</li> <li>11. Объяснить процесс динамики работы тиристора.</li> <li>12. Объяснить эффект <math>dU/dt</math>.</li> <li>13. Изобразить схему и объяснить принцип работы релаксационного генератора пилообразных колебаний с помощью временных диаграмм.</li> </ol>
	<p>Практическое занятие №8. Схема с фазовым регулированием анодного тока на триодном тиристорe</p>	<p>Примеры контрольных заданий 1–13 см. № 6. 14. Изобразить схему с фазовым регулированием анодного тока на триодном тиристорe и объяснить принцип её действия с помощью временных диаграмм.</p>

Критерии оценивания выполнения контрольных заданий по итогам практических занятий.

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

Оценка	Критерии оценивания
5	Контрольные задания выполнены полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Контрольные задания выполнены полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Контрольные задания выполнены частично. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Контрольные задания не выполнены. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

#### 4-5 семестр

В разделе приводится перечень заданий и материалов по оценке заявленных результатов обучения, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения контрольных заданий и контрольного тестирования по итогам практических занятий.

**Лабораторные работы.** В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, дан перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	Лабораторные работы №1, №2. Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют основные параметры и характеристики усилителя?</li> <li>2. Пояснить вид амплитудно-частотной характеристики усилителя.</li> <li>3. Как определяется динамический диапазон усилителя?</li> <li>4. Как определяется полоса пропускания усилителя?</li> <li>5. Представить методику измерения входного сопротивления усилителя.</li> <li>6. Какие существуют виды обратных связей в усилителях?</li> <li>7. Как влияет обратная связь на основные параметры и характеристики усилителя?</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Какие существуют цепи смещения рабочей точки покоя в усилительных каскадах на биполярных транзисторах?</li> <li>9. Какие существуют схемы стабилизации режима покоя в усилительных каскадах на биполярных транзисторах?</li> <li>10. Каким образом осуществляется температурная стабилизация режима покоя в усилительном каскаде на биполярном транзисторе?</li> <li>11. Каким образом осуществляется коррекция амплитудно-частотной характеристики усилительного каскада на биполярном транзисторе в области верхних и в области нижних частот?</li> <li>12. Изобразить эквивалентную схему замещения усилителя.</li> <li>13. Как определяются нижняя и верхняя граничные частоты усилителя?</li> <li>14. Каким параметром количественно оцениваются частотные искажения сигнала в области нижних и верхних частот усилителя?</li> <li>15. Дать определение амплитудно-частотной, фазочастотной, амплитудной и переходной характеристик усилителя.</li> <li>16. Изобразить переходную характеристику усилителя с апериодической и колебательной формой фронта.</li> <li>17. Чем обусловлены линейные и нелинейные искажения выходного сигнала в усилителе?</li> <li>18. Представить вывод выражения для коэффициента усиления усилителя с последовательной обратной связью по току.</li> <li>19. Каким образом полярность обратной связи влияет на коэффициент усиления усилителя?</li> <li>20. Как обратная связь влияет на частотные характеристики усилителя?</li> <li>21. Пояснить принцип действия автоматического смещения в усилительном каскаде на полевом транзисторе.</li> <li>22. Каким образом осуществляется коррекция амплитудно-частотной характеристики усилительного каскада на полевом транзисторе в области нижних частот?</li> </ol>
	<p>Лабораторная работа №3. Избирательные усилители</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют критерии классификации избирательных усилителей?</li> <li>2. Какие существуют основные параметры и характеристики избирательных усилителей?</li> <li>3. Как определяется полоса пропускания избирательного усилителя?</li> <li>4. Какие существуют способы уменьшения полосы пропускания усилителя?</li> <li>5. Что такое добротность избирательного усилителя и как она определяется?</li> <li>6. Что такое коэффициент прямоугольности полосового усилителя и как он определяется?</li> <li>7. Объяснить принцип действия избирательного LC-усилителя с параллельным колебательным контуром в коллекторной цепи усилительного каскада на биполяр-</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>ном транзисторе.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Объяснить принцип действия двойного Т-образного моста.</li> <li>9. Изобразить амплитудно-частотную и фазочастотную характеристику двойного Т-образного моста.</li> <li>10. Объяснить принцип действия повторителя напряжения на операционном усилителе с режекторным RC-фильтром в нагрузке в виде двойного Т-образного моста.</li> <li>11. Объяснить принцип действия избирательного RC-усилителя на операционном усилителе с двойным Т-образным мостом в цепи обратной связи.</li> <li>12. Изобразить амплитудно-частотную и фазочастотную характеристику избирательного RC-усилителя на операционном усилителе с двойным Т-образным мостом в цепи обратной связи.</li> <li>13. Объяснить принцип действия избирательного RC-усилителя на операционном усилителе с многопетлевой обратной связью.</li> <li>14. Изобразить амплитудно-частотную и фазочастотную характеристику избирательного RC-усилителя на операционном усилителе с многопетлевой обратной связью.</li> </ol>
	<p>Лабораторная работа №4. Генераторы гармонических колебаний</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По каким определяющим признакам выполняется классификация генераторов электрических колебаний?</li> <li>2. Какие существуют условия самовозбуждения в автогенераторах?</li> <li>3. Сформулировать условие баланса амплитуд.</li> <li>4. Сформулировать условие баланса фаз.</li> <li>5. Что называется петлевым коэффициентом усиления?</li> <li>6. Какие существуют режимы самовозбуждения в автогенераторах?</li> <li>7. Как выглядит колебательная характеристика генератора гармонических колебаний с мягким режимом самовозбуждения?</li> <li>8. Как выглядит колебательная характеристика генератора гармонических колебаний с жёстким режимом самовозбуждения?</li> <li>9. Объяснить принцип действия RC-генератора с поворотом фазы в цепи обратной связи.</li> <li>10. Изобразить амплитудно-частотную характеристику трёхзвенной RC-цепи лестничного типа с заземлёнными резисторами.</li> <li>11. Изобразить фазочастотную характеристику трёхзвенной RC-цепи лестничного типа с заземлёнными резисторами.</li> <li>12. Как определяется частота генерируемых колебаний в RC-генераторе с поворотом фазы в цепи обратной связи при одинаковых резисторах и конденсаторах в фазосдвигающей цепи?</li> <li>13. Как определяется коэффициент передачи цепи обратной связи на частоте генерируемых колебаний для RC-генератора с поворотом фазы в цепи обратной связи при одинаковых резисторах и конденсаторах в фазосдвигающей цепи?</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>14. Какой коэффициент называется критическим коэффициентом усиления?</p> <p>15. Что называется недовозбуждённым генератором или регенеративным усилителем?</p> <p>16. Как выглядит амплитудно-частотная характеристика петлевого коэффициента усиления для RC-генератора с разомкнутой цепью положительной обратной связи?</p> <p>17. Что делают для уменьшения шунтирующего влияния положительной обратной связи усилительного каскада в RC-генераторе с поворотом фазы в цепи обратной связи?</p> <p>18. Каким образом улучшается форма генерируемых колебаний в RC-генераторе с поворотом фазы в цепи обратной связи?</p> <p>19. Что собой представляет явление захвата частоты (принудительной синхронизации) в автогенераторах?</p> <p>20. Объяснить принцип действия RC-генератора на операционном усилителе с мостом Вина в цепи обратной связи.</p> <p>21. Изобразить амплитудно-частотную характеристику симметричного моста Вина.</p> <p>22. Изобразить фазочастотную характеристику симметричного моста Вина.</p> <p>23. Как определяется частота генерируемых колебаний в RC-генераторе на операционном усилителе с мостом Вина при одинаковых резисторах и конденсаторах?</p> <p>24. Как определяется коэффициент передачи цепи обратной связи на частоте генерируемых колебаний в RC-генераторе на операционном усилителе с мостом Вина при одинаковых резисторах и конденсаторах?</p> <p>25. Каким образом осуществляется автоматическая стабилизация амплитуды выходного напряжения в RC-генераторе на операционном усилителе с мостом Вина?</p>
	<p>Лабораторные работы №5, №6. Ждущие и автоколебательные мультивибраторы</p>	<p>1. Как изменится амплитуда выходного импульса ждущего мультивибратора с эмиттерной связью, если уменьшить: а) сопротивление делителя напряжения в базовой цепи транзистора, б) ёмкость конденсатора времязадающей цепи, в) сопротивление в эмиттерной цепи транзисторов, г) сопротивление нагрузки?</p> <p>2. Определить максимальную частоту запускающих импульсов ждущего мультивибратора с эмиттерной связью и ждущего мультивибратора на логических элементах.</p> <p>3. Найти минимальное время восстановления исходного состояния схемы ждущего мультивибратора на логических элементах.</p> <p>4. В каком случае длительность восстановления зависит от длительности запускающих импульсов ждущего мультивибратора на логических элементах?</p> <p>5. Определить минимальное значение длительности запускающего импульса, при котором ждущий мультивибратор на логических элементах функционирует.</p> <p>6. Объяснить, почему в схеме автоколебательного мульти-</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>вибратора с коллекторно-базовыми связями возможно отсутствие колебаний, при наличии напряжения питания.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Как изменится длительность положительного фронта импульса на коллекторе транзистора автоколебательного мультивибратора с коллекторно-базовыми связями, если уменьшить: <ol style="list-style-type: none"> <li>а) ёмкость конденсатора С1,</li> <li>б) ёмкость конденсатора С2,</li> <li>в) сопротивление резистора Rб1,</li> <li>г) сопротивление резистора Rб2,</li> <li>д) сопротивление резистора Rк1,</li> <li>е) сопротивление резистора Rк2?</li> </ol> </li> <li>8. Определить минимальное значение напряжения смещения, при котором автоколебательный мультивибратор с коллекторно-базовыми связями сохраняет работоспособность.</li> <li>9. Как изменится длительность импульсов, их частота и скважность в автоколебательном мультивибраторе на операционном усилителе, если закоротить диод, расположенный в цепи обратной связи?</li> <li>10. Определить максимально допустимые значения сопротивлений R1 и R2, при которых автоколебательный мультивибратор на логических элементах нормально функционирует.</li> </ol>
	<p>Лабораторная работа №6. Синтез комбинационных логических схем</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют способы определения алгоритма функционирования комбинационных логических схем?</li> <li>2. Какие существуют методы минимизации логических функций?</li> <li>3. Какие аналитические и графические методы минимизации логических функций вам известны?</li> <li>4. Покажите принцип минимизации логической функции с помощью диаграммы Вейча.</li> <li>5. В чём состоит сущность правила де Моргана?</li> <li>6. Задайте с помощью таблицы истинности алгоритм функционирования комбинационной логической схемы, получите минимальную дизъюнктивную нормальную форму логической функции и постройте схему на логических элементах, реализующую данный алгоритм.</li> </ol>
	<p>Лабораторная работа №7. Источники вторичного электропитания</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразить структуру источника питания.</li> <li>2. Изобразить схему и временные диаграммы работы однополупериодного выпрямителя напряжения.</li> <li>3. Изобразить схему и временные диаграммы работы двухполупериодного выпрямителя напряжения.</li> <li>4. Изобразить схему и объяснить принцип действия параметрического стабилизатора напряжения.</li> <li>5. Изобразить схему и объяснить принцип действия компенсационного стабилизатора напряжения.</li> <li>6. Изобразить схему и объяснить принцип действия трансформаторного блока питания.</li> </ol>

## Критерии оценивания лабораторной работы

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

### По итогам проведения практических занятий предусмотрено выполнение контрольных заданий

№	Тема практического (семинарского) занятия	Примеры контрольных заданий
	Практические занятия №1, №2. Базисы цифровых интегральных микросхем.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразить схему и пояснить с помощью временных диаграмм принцип действия транзисторно-транзисторной логики с простым инвертором.</li> <li>2. Какие существуют достоинства и недостатки транзисторно-транзисторной логики с простым инвертором.</li> <li>3. Изобразить схему и пояснить с помощью временных диаграмм принцип действия транзисторно-транзисторной логики со сложным инвертором.</li> <li>4. Как запрещается соединять выходы одностипных интегральных микросхем транзисторно-транзисторной логики со сложным инвертором.</li> <li>5. Изобразить схему и пояснить с помощью временных диаграмм принцип действия транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки.</li> <li>6. Изобразить схему и пояснить принцип действия переключателя токов.</li> <li>7. Изобразить схему и пояснить принцип действия эмиттерно-связанной логик.</li> <li>8. Изобразить схему и пояснить принцип действия транзисторной логики на МДП-транзисторах.</li> <li>9. Изобразить схему и пояснить принцип действия транзисторной логики на комплементарных МДП-транзисторах.</li> <li>10. Изобразить схему и пояснить принцип действия</li> </ol>

№	Тема практического (семинарского) занятия	Примеры контрольных заданий
		интегрально-инжекционной логики.
	Практическое занятие №3. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демultipлексоры.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На какие два принципиально различных класса делятся цифровые устройства?</li> <li>2. Чем отличаются последовательностные цифровые устройства от комбинационных?</li> <li>3. Какие цифровые устройства относятся к группе типовых комбинационных?</li> <li>4. Изобразить таблицу истинности, схему на логических элементах и условное графическое обозначение шифратора (кодера).</li> <li>5. Изобразить структуру и пояснить принцип действия приоритетного шифратора.</li> <li>6. Изобразить таблицу истинности, схемы на логических элементах линейного и прямоугольного дешифраторов (декодеров) и их условные графические обозначения.</li> <li>7. Изобразить таблицу истинности, схему на логических элементах и условное графическое обозначение мультиплексора.</li> <li>8. Пояснить принцип действия мультиплексорного дерева.</li> <li>9. Изобразить таблицу истинности, схему на логических элементах и условное графическое обозначение демultipлексора.</li> <li>10. Пояснить принцип действия демultipлексорного дерева</li> </ol>
	Практическое занятие №4. Преобразователи кодов. Сумматоры.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие методы существуют для преобразования кодов?</li> <li>2. Изобразить таблицу истинности, схему на логических элементах и условное графическое обозначение преобразователя кода 8421 в код 2421.</li> <li>3. Объяснить принцип действия сумматоров.</li> <li>4. Изобразить таблицу истинности, схему на логических элементах и условное графическое обозначение одноразрядного двоичного сумматора.</li> <li>5. Изобразить таблицу истинности, схему на логических элементах и условное графическое обозначение многоразрядного двоичного сумматора.</li> </ol>
	Практическое занятие №5. Триггеры.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осуществить классификацию триггеров по различным определяющим признакам (по способу приёма информации, по принципу построения, по функциональным возможностям).</li> <li>2. Объяснить принцип действия асинхронного одноступенчатого RS-триггера с прямыми входами.</li> </ol>



№	Тема практического (семинарского) занятия	Примеры контрольных заданий
		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Объяснить принцип действия асинхронного одноступенчатого RS-триггера с инверсными входами.</li> <li>4. Объяснить принцип действия синхронных одноступенчатых триггеров со статическим управлением.</li> <li>5. Объяснить принцип действия синхронных одноступенчатых триггеров с динамическим управлением.</li> <li>6. Объяснить принцип действия двухступенчатых триггеров (JK-триггер, D-триггер, T-триггер).</li> </ol>
	Практическое занятие №6. Регистры.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие виды регистров существуют?</li> <li>2. Изобразить схему на RS-триггерах, условное графическое обозначение и объяснить принцип действия параллельного регистра.</li> <li>3. Изобразить схему на D-триггерах, условное графическое обозначение и объяснить принцип действия параллельного регистра.</li> <li>4. Изобразить схему на D-триггерах и объяснить с помощью временных диаграмм принцип действия последовательного регистра.</li> <li>5. Объяснить принцип действия комбинированных регистров.</li> </ol>
	Практическое занятие №7. Счётчики.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем отличается двоичная системы счисления от двоично-кодированной десятичной?</li> <li>2. По каким критериям классифицируются счётчики?</li> <li>3. Изобразить схему на JK-триггерах и объяснить с помощью временных диаграмм принцип действия суммирующего счётчика.</li> <li>4. Объяснить принцип действия вычитающих счётчиков.</li> <li>5. Объяснить принцип действия реверсивных счётчиков.</li> </ol>
	Практическое занятие №8. Цифро-аналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объяснить принцип действия цифро-аналогового преобразователя с двоично-взвешенными резисторами.</li> <li>2. Объяснить принцип действия цифро-аналогового преобразователя с резистивной матрицей R-2R.</li> <li>3. Объяснить принцип действия аналого-цифрового преобразователя с последовательным счётём.</li> <li>4. Объяснить принцип действия аналого-цифрового преобразователя с последовательным приближением.</li> <li>5. Объяснить принцип действия аналого-цифрового преобразователя параллельного действия.</li> </ol>

### Критерии оценивания выполнения контрольных заданий по итогам практических занятий

Оценка	Критерии оценивания
5	Контрольные задания выполнены полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет пол-

Оценка	Критерии оценивания
	ные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Контрольные задания выполнены полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Контрольные задания выполнены частично. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Контрольные задания не выполнены. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется 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,	Не знает терминов классификации,	Знает термины классификации,	Знает термины классификации,	Знает термины классификации,

каций, основных принципов	ций, основных принципов	основные принципы, но допускает неточности формулировок	основные принципы	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 поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту 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	Не умеет разрабатывать принципиальные электронные	Умеет разрабатывать принципиальные электронные	Умеет разрабатывать типовые принципиальные	Умеет самостоятельно разрабатывать принципиальные

электронные схемы	схемы	схемы с подсказ- ками преподава- теля	электронные схемы	электронные схемы
----------------------	-------	---	----------------------	----------------------

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навы- ками по выбо- ру электрон- ной компо- нентной базы	Не владеет навы- ками по выбору электронной компонентной ба- зы	Имеются навыки по выбору элек- тронной компо- нентной базы, но недостаточные для эффективного проектирования	Владеет навыка- ми по выбору электронной компонентной ба- зы с незначи- тельными ошибками	Владеет навыка- ми по выбору электронной компонентной ба- зы
Владеть навы- ками исполь- зования специ- ализированно- го программ- ного обеспече- ния для разра- ботки принци- пиальных электрических схем	В принципе не понимает, как ис- пользовать спе- циализированное программное обеспечение для разработки прин- ципиальных элек- трических схем	Имеет лишь представление о специализиро- ванном про- граммном обес- печении для раз- работки принци- пиальных элек- трических схем	Имеет представ- ление о специа- лизированном программном обеспечении для разработки прин- ципиальных элек- трических схем	Владеет навыка- ми использования специализиро- ванного про- граммного обес- печения для раз- работки принци- пиальных элек- трических 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: Политерра, 2006. – 184 с.
2. Величко, Д.В. Избирательные RC-усилители. Аналоговая электроника на операционных усилителях: монография / Д.В. Величко. – Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 60 с.
3. Избирательные усилители: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: Д.В. Величко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 48 с.
4. Усилительные каскады на транзисторах: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: Д.В. Величко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 56 с.
5. Величко, Д.В. Полупроводниковые приборы и устройства: Учеб. пособие. / Д.В. Величко, В.Г. Рубанов. – Белгород: Политерра, 2006. – 184 с.
6. Хоровиц, П. Искусство схемотехники: Монография. Пер. с англ. – 3-е изд., стер. / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир, 1986. – Т.1,2.

#### 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. Лоскутов Е.Д. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лоскутов Е.Д.— Электрон. текстовые дан-

ные.— Саратов: Вузовское образование, 2016.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44037>.— ЭБС «IPRbooks»

3. 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»

4. 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