

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  В.А. Небольсин  
\_\_\_\_\_  
«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)  
«Схемотехника аналоговых электронных устройств»

Специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
Специализация Радиоэлектронные системы передачи информации  
Квалификация выпускника Инженер  
Нормативный период обучения 5,5 лет  
Форма обучения Очная  
Год начала подготовки 2017 г.

Автор программы  /Худяков Ю.В./

Заведующий кафедрой  
радиоэлектронных устройств  
и систем  / Балашов Ю.С./

Руководитель ОПОП  /Балашов Ю.С./

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цели дисциплины**

Цель изучения дисциплины: практически и теоретически подготовить будущих специалистов в области разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

### **Задачи освоения дисциплины**

Формирование у студентов знаний в области разработки структурных, функциональных и принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Схемотехника аналоговых электронных устройств» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

# **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Схемотехника аналоговых электронных устройств» направлен на формирование следующих компетенций:

**ОПК-5** - Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат

**ПК-2** - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

**ПК-5** - Способен использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ОПК- 5	<b>Знать:</b> естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и методы привлечения для их решения соответствующий физико-математический аппарат

	<p><b>Уметь:</b> выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p><b>Владеть:</b> способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечением для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p>
ПК-2	<p><b>Знать:</b> методы проектирование структурных, функциональных и принципиальных схем с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.</p> <p><b>Уметь:</b> проектировать структурные, функциональные и принципиальные схемы с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.</p> <p><b>Владеть:</b> современными САПР и пакетами прикладных программ для проектирования структурных, функциональных и принципиальных схем.</p>
ПК-5	<p><b>Знать:</b> современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств.</p> <p><b>Владеть:</b> современными пакетами прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Схемотехника аналоговых электронных устройств» составляет 8 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4	5		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	144	72	72		
В том числе:					
Лекции	36	18	18		
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18		
Лабораторные работы (ЛР)	72	36	36		
<b>Самостоятельная работа</b>	108	18	90		
Курсовая работа	+	-	+		
Контрольная работа	-	-	-		
Вид промежуточной аттестации – зачет, экзамен	36	+	36		
<b>Общая трудоемкость</b>	час	288	90	198	
	зач. ед.	8	2,5	5,5	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб зан.	CPC	Все го, час
<b>2 курс 4 семестр</b>							
1	Усилительные устройства	Основные определения. Классификация усилителей. Структурная схема усилителя.	1	2		1	4
2	Основные технические показатели усилителей.	Коэффициент усиления. Коэффициент полезного действия. Частотная и фазовая характеристики. Частотные искажения. Фазовые искажения. Нелинейные искажения. Амплитудная характеристика. Режимы работы усилительных элементов.	1		4	1	6
3	Принципы построения усилительных каскадов биполярных транзисторов.	Цепи смещения в каскадах биполярных транзисторов. Стабилизация режима работы усилительных каскадов биполярных транзисторов.	1	2		1	4
4	Принципы построения усилительных каскадов на полевых транзисторах	Питание цепей стоков полевых транзисторов. Цепи смещения и стабилизации режима работы в каскадах с полевыми транзисторами	1		4	1	6
5	Схемы межкаскадной связи в усилителях.	Каскады с непосредственной связью. Каскады с резистивно-емкостной связью. Каскады с трансформаторной связью. Параллельные обратные связи в многокаскадных усилителях.	1	2		1	4
6	Обратные связи в усилителях.	Влияние обратной связи на коэффициент усиления, на частотные искажения, на нелинейные искажения и помехи, на входное и выходное сопротивления. Устойчивость усилителей с обратной связью.	1		4	1	6
7	Широкополосные усилители.	Влияние диффузионной емкости и емкости монтажа на АЧХ резистивных усилителей. Методы ВЧ и НЧ коррекции АЧХ.	1	2		1	4
8	Усилители мощности.	Однотактные каскады усиления мощности. Однотактный трансформаторный каскад. Однотактный бестрансформаторный каскад. Двухтактные трансформаторные каскады усиления мощности. Трансформаторный двухтактный каскад в режиме А. Трансформаторный двухтактный каскад в режиме АВ.	1		4	1	6
9	Бестрансформаторные двухтактные каскады.	Подача смещения в оконечных каскадах усилителей мощности. Предоконечные каскады усилителей мощности. Квазикомплементарный каскад усилителя мощности. Мостовые схемы усилителей мощности.	1	2		1	4
10	Усилительные каскады специального назначения.	Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя со следящей связью. Истоковый повторитель. Фазоинверсные каскады. Трансформаторный каскад. Каскад с разделенной нагрузкой. Каскодный усилитель.	1		4	1	6

11	Усилители постоянного тока.	Токовое зеркало. Источники тока на биполярных транзисторах. Источники тока на полевых транзисторах. УПТ прямого усиления. Дрейф нуля в УПТ. Методы снижения дрейфа нуля в УПТ. Балансные схемы УПТ. Параллельная балансная схема УПТ. Последовательная балансная схема УПТ. УПТ типа МДМ.	1	2		1	4	
12	Операционные усилители ОУ.	Идеальный ОУ. Внутренняя структура ОУ. Источники питания ОУ. Коэффициенты усиления. Параметры входной цепи. Параметры выходной цепи.	1		4	1	6	
13	Типы ОУ.	ОУ общего назначения. Прецизионные ОУ. Быстродействующие ОУ. Микромошные ОУ. Мощные ОУ. Микросхемы ОУ.	1	2		1	4	
14	Усилительные каскады на основе ОУ.	Линейные схемы. Нелинейные схемы. Улучшение параметров реальных ОУ. Защита входных цепей ОУ. Защита выходных цепей ОУ. Компенсация входных токов ОУ. Компенсация входного напряжения сдвига ОУ. Увеличение выходной мощности ОУ. Мощные ОУ. Увеличение выходного тока ОУ. Увеличение выходного напряжения ОУ. Использование цепей питания ОУ. Частотная коррекция ОУ. Коррекция по отставанию.	1		4	1	6	
15	Электронные коммутаторы.	Аналоговые коммутаторы. Ключи на биполярных транзисторах. Динамические характеристики ключей на биполярных транзисторах и повышение их быстродействия. Ключи на полевых транзисторах. Динамические характеристики ключей на полевых транзисторах и повышение их быстродействия. Ключи на p-i-n диодах.	1	2		1	4	
16	Регуляторы и стабилизаторы напряжения и тока.	Линейные регуляторы и стабилизаторы напряжения и тока. Микросхемы линейных регуляторов. Применение ШИМ как основного метода импульсных регуляторов и стабилизаторов напряжения и тока. Чопперная, бустерная, обратноходовая, двухтактная импульсные схемы. Микросхемы импульсных стабилизаторов. Регуляторы переменных напряжений на тиристорах и симисторах	1		4	1	6	
17	Аналоговые формирователи сигналов нужной формы	Пассивные преобразователи: ограничители, сумматоры, перемножители, дифференцирующие, интегрирующие и логарифмирующие цепочки. Функциональные преобразователи на ОУ.	1	2		1	4	
18	Аналоговые компараторы напряжения	Характеристики аналоговых компараторов. Простейшие компараторы на операционных усилителях. Компараторы с плавающим порогом. Компараторы на интегральных микросхемах	1		4	1	6	
<b>Итого за 2 курс 4 семестр</b>				<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>90</b>

3 курс 5 семестр						
19	Частотно-избирательные усилители	Резонансные LC-усилители. Схема на основе параллельного колебательного контура. Схема на основе последовательного колебательного контура. Формирование необходимой АЧХ. Устойчивость резонансных усилителей. Применение каскодных усилителей.	2	2	4	9 17
20	Согласование частотно-избирательных усилителей	Согласование с помощью неполного включения в колебательный контур. Особенности согласования мощных резонансных усилителей с нагрузкой. Датчики подводимой мощности и КСВН. Согласование с помощью широкополосных трансформаторах на длинных линиях	2	2	4	10 18
21	Выпрямители и детекторы сигналов.	Простейший диодный АМ-детектор. Детектор АМ-сигналов с удвоением напряжения. Мостовой диодный АМ-детектор. Линейный АМ-детектор на ОУ. ЧМ-детектор с одиночным контуром. ЧМ-детектора с двумя контурами. Детектор-искриминатор. Дробный ЧМ-детектора (детектор отношений). Балансный фазовый дискриминатор. Кольцевой фазовый дискриминатор.	2	2	4	11 19
22	Низкочастотные избирательные усилители.	Квазирезонансные RC-усилители. Усилитель с цепью Вина. Усилитель с ТТ-мостом. Активные фильтры	2	2	4	8 16
23	Основные типы фильтров.	Селективный фильтр. Фильтр низких частот. Фильтр высоких частот. Полосовой фильтр. Заграждающий фильтр. Всепропускающий фильтр (фазовый контур). Этапы проектирования активных фильтров. Аппроксимация характеристик фильтров. Структурный синтез активных фильтров. Схема активного фильтра с многоконтурной обратной связью.	2	2	4	10 18
24	Генераторы.	Генераторные каскады с внешним возбуждением. Автогенераторы. Условия самовозбуждения. Мягкое и жесткое самовозбуждение. LC-генераторы. LC-генератор с трансформаторной связью. Трехточечные LC-генераторы. Генераторы на туннельных диодах. RC-генераторы. Генератор с мостом Вина. Генератор с цепочкой Сифорова. Стабилизация амплитуды выходного напряжения генераторов	2	2	4	12 20
25	Синтезаторы частоты.	Нестабильность LC и RC автогенераторов с параметрической стабилизацией частоты. Кварцевые генераторы. Реализация сетки частот. Получение стабильных по частоте сигналов методом косвенного синтеза. Перестройка частоты при использовании косвенного синтезатора. Прямой синтез частоты.	2	2	4	9 17
26	Аналого-цифровые преобразователи.	Общие положения. АЦП параллельного типа. АЦП последовательного приближения. Последовательно-параллельные АЦП конвейерного типа. Сигма-дельта АЦП	2	2	4	10 18

27	Цифро-аналоговые преобразователи.	Общие положения. ЦАП с суммированием токов. ЦАП с внутренними источниками тока. Сегментированные ЦАП. Цифровые потенциометры. ЦАП прямого цифрового синтеза. Параметры ЦАП	2	2	4	11	19
<b>Промежуточный контроль (экзамен)</b>							36
<b>Итого за 3 курс 5 семестр</b>			18	18	36	90	198
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>288</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

№п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
<b>2 курс 4 семестр</b>			
1	Экспериментальное определение входных и выходных сопротивлений однокаскадного резистивного усилителя на биполярных транзисторах	4	защита отчета
2	Моделирование входных цепей однокаскадного резистивного усилителя на биполярных транзисторах	8	защита отчета
3	Моделирование режимов работы усилительных элементов однокаскадного резистивного усилителя на биполярных транзисторах при больших уровнях выходного сигнала	8	защита отчета
4	Моделирование режимов работы усилительных элементов однокаскадного резистивного усилителя на биполярных транзисторах при малых уровнях выходного сигнала	8	защита отчета
5	Исследование однокаскадного резистивного усилителя на биполярных транзисторах ОЭ с последовательной отрицательной обратной связью по току	8	защита отчета
<b>Итого за 2 курс 4 семестр</b>			36
<b>3 курс 5 семестр</b>			
1	Исследование функциональных схем ДУ на дискретных биполярных транзисторах в САПР OrCAD	4	защита отчета
2	Исследование простейшей функциональной схемы ОУ по КМОП-технологии в САПР OrCAD.	4	защита отчета
3	Исследование частотных свойств ОУ на основе макромоделей в САПР OrCAD.	4	защита отчета
4	Исследование функциональных устройств на ОУ в САПР OrCAD с помощью макромоделей. Интегрирование, дифференцирование, логарифмирование на ОУ.	4	защита отчета

5	Исследование функциональной схемы аналогового фильтра нижних частот на ОУ в САПР OrCAD.	4	защита отчета
6	Исследование функциональной схемы активного полосно-подавляющего фильтра на ОУ в САПР OrCAD.	4	защита отчета
7	Исследование функциональных схем компараторов и генераторов на основе макромоделей ОУ в САПР OrCAD.	4	защита отчета
8	Исследование функциональной схемы 4-разрядного АЦП с ЦАП на ОУ с матрицей двоично-взвешенных в САПР OrCAD. Разработка цифровой части схемы на основе ИС средней степени интеграции серии 74HC/	4	защита отчета
9	Исследование функциональной схемы 8-разрядного параллельного АЦП в САПР OrCAD. Верификация проекта с помощью интерфейса 8-разрядного АЦП-ЦАП на основе макромоделей.	4	защита отчета
<b>Итого за 3 курс 5 семестр</b>		36	
<b>Итого</b>		72	

### 5.3 Перечень практических занятий

№п/п	Тема практического занятия	Объем часов	Виды контроля
<b>2 курс 4 семестр</b>			
1	Нелинейная ВАХ диодов. Статические и динамические сопротивления. Сопротивление цепи при последовательном и параллельном соединении диодов.	2	Устный опрос
2	Формирователи сигналов различной формы на пассивных элементах.	2	Устный опрос
3	Формирователи сигналов различной формы на активных элементах.	2	Устный опрос
4	Диффузионная емкость и емкость коллектор-база биполярных транзисторов. Эффект Миллера.	2	Устный опрос
5	Особенности работы электронных ключей на биполярных и полевых транзисторах.	2	Устный опрос
6	Мощные ключи на тиристорах, симисторах и IGBT транзисторах.	2	Устный опрос
7	Формирователи ШИМ.	2	Устный опрос
8	Линейные и импульсные стабилизаторы напряжения. Использование ШИМ в импульсных стабилизаторах.	2	Устный опрос
9	Аналоговые компараторы напряжения.	2	Устный опрос
<b>Итого за 2 курс 4 семестр</b>		18	Устный опрос
<b>3 курс 5 семестр</b>			
10	Формирование необходимой АЧХ в резонансных LC-усилителях на основе параллельного колебательного контура.	2	Устный опрос
11	Детекторы АМ, ЧМ и ФМ сигналов.	2	Устный опрос
11	Способы согласования ВЧ усилителей с нагрузкой .	2	Устный

	Датчики КСВН.		опрос
12	Квазирезонансные RC-усилители. Усилитель с цепью Вина. Усилитель с ТТ-мостом. Активные фильтры. Активный фильтр с многоконтурной обратной связью.	2	Устный опрос
13	. Трехточечные LC-генераторы. Генераторы на туннельных диодах.	2	Устный опрос
14	Параметрическая стабилизация частоты LC-генераторов. Кварцевые генераторы.	2	Устный опрос
15	Релаксационные RC генераторы. Генератор с мостом Вина.	2	Устный опрос
16	Получение стабильных по частоте сигналов методом косвенного синтеза. Перестройка частоты при использовании косвенного синтезатора.	2	Устный опрос
17	АЦП параллельного типа. АЦП последовательного приближения.	2	Устный опрос
18	ЦАП с суммированием токов.	2	Устный опрос
<b>Итого за 3 курс 5 семестр</b>		18	
<b>Итого</b>		36	

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование аналоговых электрических схем для радиоэлектронных систем передачи информации»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- с использованием непрерывных функций провести анализ различных алгоритмов решение задачи, представленной в ТЗ на курсовую работу;
- выбрать или синтезировать оптимальный алгоритм реализации ТЗ;
- на основе оптимального алгоритма реализации ТЗ составить функциональную электрическую схему устройства;
- с использованием методов аналоговой схемотехники провести анализ вариантов реализации различных функциональных узлов, представленных в функциональной схеме;
- выбрать или синтезировать оптимальный вариант схемотехнического построения функциональных узлов с использованием методов аналоговой схемотехники;
- провести соответствующие расчеты и моделирование с использованием средств вычислительной техники.

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

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

#### **7.1.1 Этап текущего контроля**

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения,, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-5	<b>Знать:</b> естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и методы привлечения для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Активная работа на практических занятиях, вовремя выполняет и отчитывается по лабораторным работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Уметь:</b> выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Решение стандартных практических задач, верные ответы при защите отчета по лабораторным работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Владеть:</b> способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечением для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, верные выводы по результатам экспериментальных данных лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	<b>Знать:</b> методы проектирование структурных, функцио-	Активная работа на практических занятиях, вовремя выполняет и отчитывается	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	нальных и принципиальных схем с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	по лабораторным работам	рабочих программах	в рабочих программах
	<b>Уметь:</b> проектировать структурные, функциональные и принципиальные схемы с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	Решение стандартных практических задач, верные ответы при защите отчета по лабораторным работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Владеть:</b> современными САПР и пакетами прикладных программ для проектирования структурных, функциональных и принципиальных схем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, верные выводы по результатам экспериментальных данных лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	<b>Знать:</b> современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств,	Активная работа на практических занятиях, вовремя выполняет и отчитывается по лабораторным работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Уметь:</b> использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств,	Решение стандартных практических задач, верные ответы при защите отчета по лабораторным работам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Владеть:</b> современными пакетами прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, верные выводы по результатам экспериментальных данных лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре по системе:

«аттестован»;  
«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	аттестован	неаттестован

ОПК-5	<b>Знать:</b> естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и методы привлечения для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Уметь:</b> выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Владеть:</b> способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечением для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-2	<b>Знать:</b> представление согласно требованиям ЕСКД структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Уметь:</b> представлять согласно требованиям ЕСКД структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальных схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Владеть:</b> методами представления согласно требованиям ЕСКД структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-3	Знать принципы проектирования конструкций радиоэлектронных средств.	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов
	.Владеть навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами	Тест	В тесте более 70% правильных ответов	В тесте менее 70% правильных ответов

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре по системе:

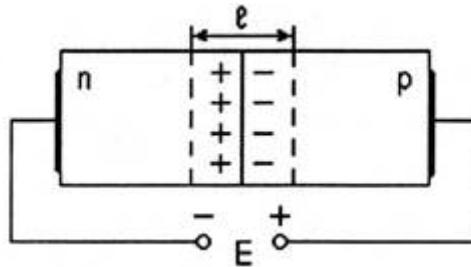
«отлично»;  
«хорошо»;  
«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-5	<b>Знать:</b> естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и методы привлечения для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Уметь:</b> выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Владеть:</b> способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечением для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-2	Знать методы проектирование структурных, функциональных и принципиальных схем с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь проектировать структурные, функциональные и принципиальные схемы с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть современными САПР и пакетами прикладных программ для проектирования структурных, функциональных и принципиальных схем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-5	Знать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств,	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств,	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеет современными пакетами прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых устройств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Как изменятся свойства p-n перехода, если к нему подключить источник  $E$ , напряжением 0,8 В, в указанной на схеме полярности:



- а) Не изменяется;
- б) Переход запирается;
- в) Увеличится толщина p-n перехода.
- г) Увеличится электропроводность p-n перехода.

2. Какие полупроводниковые приборы применяются для преобразования переменного напряжения в униполярное?

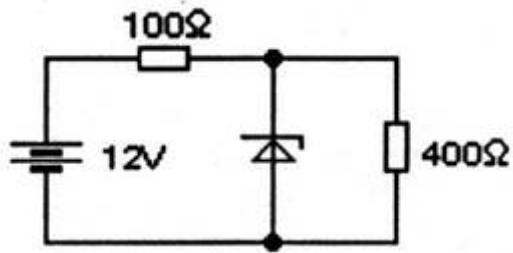
- а) Варикапы.
- б) Плоскостные диоды.
- в) Стабилитроны.
- г) Динисторы.

3. Какие полупроводниковые приборы применяются для получения неизменяющегося напряжения в нагрузке?

- а) Динисторы.
- б) Тиристоры.
- в) Стабилитроны.
- г) Варикапы.

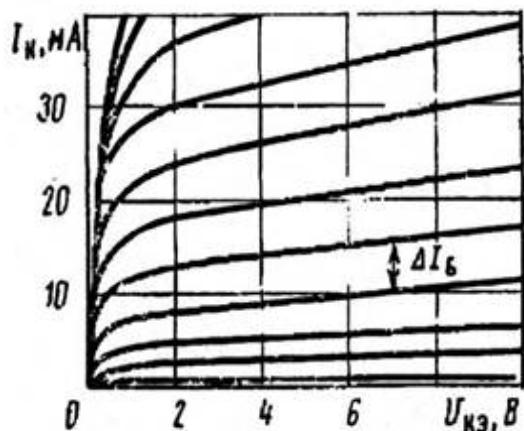
4. В приведенной схеме использован стабилитрон с параметрами:

$U_{ct} = 8$  В,  $I_{ct, \min} = 10$  мА,  $I_{ct, \max} = 160$  мА. Какой ток протекает через стабилитрон?



- a) 20 mA
- б) 40 mA
- в) 75 mA
- г) 120 mA

5. Определите по вольт-амперным характеристикам статический коэффициент передачи тока транзистора ( $B_{ct}$ ) в схеме ОЭ для точки покоя с параметрами  $I_{kp} = 15$  mA,  $U_{kp} = 6$  В, если шаг тока базы  $I_B = 100$  мкА



- а)  $B_{ct} > 150$
- б)  $B_{ct} > 60$
- в)  $B_{ct} > 30$
- г)  $B_{ct} > 600$

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какое из приведенных условных графических обозначений соответствует двухоперационному триистору?



а)



б)



в)



г)

2. Как изменяются свойства полупроводникового фоторезистора при увеличении интенсивности потока оптического излучения?

- а) Увеличивается проводимость фоторезистора.
- б) Увеличивается сопротивление фоторезистора.
- в) Увеличивается интегральная чувствительность фоторезистора.
- г) Увеличивается ток через резистор.

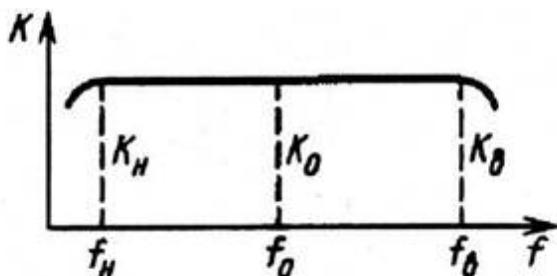
3. Какой параметр фотодиода изменяется при увеличении интенсивности потока оптического излучения?

- а) Темновое сопротивление;
- б) Напряжение переключения;
- в) Обратный ток р-п перехода.
- г) Ток насыщения.

4. Какой из перечисленных параметров не относится к усилителям электрических сигналов?

- а) Коэффициент усиления по току.
- б) Динамический диапазон.
- в) Коэффициент стабилизации.
- г) Коэффициент гармоник.

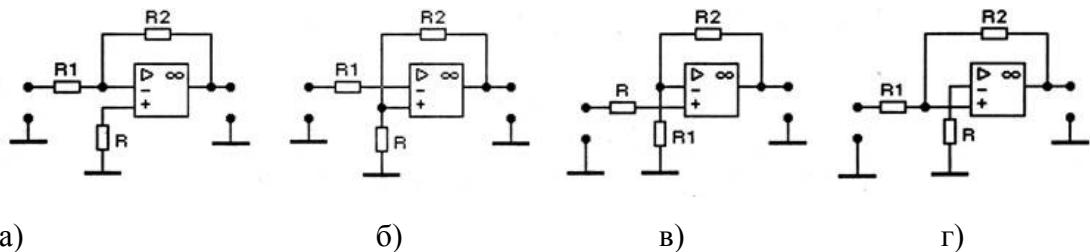
5. Какая характеристика усилителя изображена на рисунке?



- а) Фазочастотная.
- б) Амплитудно-частотная.
- в) Амплитудная.
- г) Переходная.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. На каком из рисунков представлена инвертирующая схема включения операционного усилителя с отрицательной обратной связью?



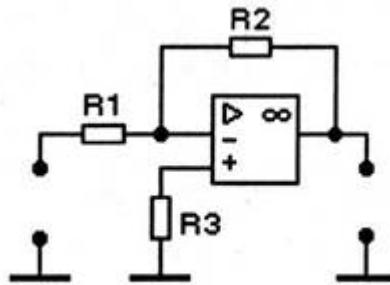
2. Какими свойствами обладает идеальный операционный усилитель?

- a)  $R_{BXOY} \rightarrow 0$ ,  $R_{BVIKHOY} \rightarrow \infty$ ,  $K_U \rightarrow \infty$ .
- б)  $R_{BXOY} \rightarrow \infty$ ,  $R_{BVIKHOY} \rightarrow \infty$ ,  $K_U \rightarrow \infty$ .
- в)  $R_{BXOY} \rightarrow 0$ ,  $R_{BVIKHOY} \rightarrow 0$ ,  $K_U \rightarrow \infty$ .
- г)  $R_{BXOY} \rightarrow \infty$ ,  $R_{BVIKHOY} \rightarrow 0$ ,  $K_U \rightarrow \infty$ .

3. Какому типу усилителей принадлежит операционный усилитель?

- а) Усилитель низкой частоты;
- б) Широкополосный усилитель.
- в) Усилитель постоянного тока.
- г) Избирательный усилитель.

4. Какой коэффициент усиления имеет данная схема, если  $R1 = 100 \text{ кОм}$ ,  $R2 = 300 \text{ кОм}$ , а  $R3 = 150 \text{ кОм}$ ?



- а) минус 4;
- б) минус 3;
- в) минус 2;
- г) больше минус 1.

5. Какое условие достаточно выполнить, чтобы построить автоколебательный генератор электрических сигналов?

1. Охватить усилительный каскад цепью положительной обратной связи.
2. Обеспечить петлевой коэффициент усиления больше единицы.
3. Обеспечить сдвиг фаз между входным и выходным сигналами кратный  $2\pi$ .
4. Нет правильного.

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Параметры усилителя. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики идеального усилителя. Классификация реальных усилителей по виду амплитудно-частотной характеристики. Линейные искажения.
2. Переходная характеристика идеального усилителя. Переходная характеристика реального усилителя.
3. Нелинейные искажения. Коэффициент гармоник. Амплитудная характеристика. Динамический диапазон.
4. Режимы работы усилителей:  $A, B, AB, C$  и  $D$ . Выбор рабочей точки. Область применения режимов.
5. Обратная связь в усилителях: классификация.
6. Последовательная положительная обратная связь по напряжению: структурная схема усилителя, коэффициент усиления по напряжению, самовозбуждение усилителя.
7. Последовательная отрицательная обратная связь по напряжению: структурная схема усилителя, коэффициент усиления по напряжению.
8. Последовательная отрицательная обратная связь по напряжению: структурная схема усилителя, стабильность коэффициента усиления, полоса пропускания усилителя.
9. Последовательная отрицательная обратная связь по напряжению: структурная схема усилителя, входное сопротивление, выходное сопротивление, нелинейные искажения.
10. Последовательная отрицательная обратная связь по току: структурная схема усилителя, влияние на параметры усилителя.
11. Параллельная отрицательная обратная связь по напряжению: структурная схема усилителя, влияние на параметры усилителя.
12. Параллельная отрицательная обратная связь по току: структурная схема усилителя, влияние на параметры усилителя.
13. Каскад с общим эмиттером: выбор режима работы.
14. Каскад с общим эмиттером: схема с фиксированным током базы, расчет сопротивления в цепи базы.
15. Каскад с общим эмиттером: схема с эмиттерной стабилизацией режима работы.
- Каскад с общим эмиттером: схема с отрицательной обратной связью по напряжению на коллекторе.
17. Каскад с общим эмиттером: схема с фильтром в цепи питания.
18. Каскад с общим эмиттером: схема с эмиттерной стабилизацией режима работы и с фильтром в цепи питания.
19. Каскад с общим эмиттером: схема замещения, входное сопротивление, выходное сопротивление (выразить через параметры схемы замещения).
20. Каскад с общим эмиттером: схема замещения, коэффициент усиления по напряжению, коэффициент усиления по току (выразить через параметры схемы замещения).

21. Каскад с общей базой: принципиальная схема, параметры каскада по переменному току (сравнить с параметрами каскадов с общим эмиттером и общим коллектором).
22. Каскад с общим коллектором: принципиальная схема, параметры каскада по переменному току (сравнить с параметрами каскадов с общим эмиттером и общей базой).
23. Каскад с общим истоком на транзисторах с управляющим *p-n*-переходом на транзисторах МДП-структуры: принципиальные схемы, выбор и задание режима работы.
24. Каскад с общим истоком: схема замещения для области средних частот, входное сопротивление, выходное сопротивление, коэффициент усиления по напряжению.
25. Каскад с общим стоком: принципиальная схема, схема замещения, коэффициент усиления по напряжению, входное сопротивление, выходное сопротивление.
26. Схема замещения усилителя для области средних частот. Коэффициент усиления усилителя в области средних частот.
27. Схема замещения усилителя для области низких частот. Амплитудночастотная и фазочастотная характеристики усилителя в области низких частот.
28. Схема замещения усилителя для области высоких частот. Амплитудночастотная и фазочастотная характеристики усилителя в области высоких частот.
29. Выходные каскады усилителей: однотактный трансформаторный каскад в режиме *A*.
30. Выходные каскады усилителей: двухтактный трансформаторный каскад.
31. Выходные каскады усилителей: двухтактный каскад на транзисторах разного типа проводимости. Искажения типа «ступенька» и меры борьбы с ними.
32. Двухтактный бестрансформаторный выходной каскад на транзисторах одного типа проводимости: схема, принцип действия; фазоинверсный каскад.
33. Двухтактный бестрансформаторный выходной каскад с улучшенным использованием напряжения питания. Вольтодобавка.
34. Дифференциальный каскад на биполярных транзисторах: схема, принцип действия, основные параметры, способы повышения входного сопротивления и уменьшения выходного сопротивления.
35. Источники тока (токовое зеркало). Применение токовых зеркал в дифференциальном каскаде.
36. Каскады сдвига уровня напряжения.
37. Операционные усилители: характеристики и параметры, условное графическое обозначение. Идеальный операционный усилитель.
38. Инвертирующий усилитель на ОУ: схема, коэффициент усиления по напряжению, влияние входных токов на работу усилителя.
39. Аналоговый сумматор на основе инвертирующего включения ОУ: схема, зависимость выходного напряжения от входных напряжений.

40. Неинвертирующий усилитель на ОУ: схема, коэффициент усиления по напряжению. Повторитель напряжения на ОУ.
41. Дифференциальное включение операционного усилителя: схема, связь выходного напряжения с входными напряжениями.
42. Интегрирующий усилитель на ОУ: схема, зависимость выходного напряжения от входного напряжения.
43. Дифференцирующий усилитель на ОУ: схема, зависимость выходного напряжения от входного напряжения.
44. Фазовращатель на ОУ: схема, амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики.
48. Аналоговые перемножители напряжений.
49. Компараторы напряжения. Передаточная характеристика идеального компаратора. Передаточная характеристика реального компаратора. Чувствительность компаратора. Асинхронные и синхронные компараторы. Условные графические обозначения компараторов.
50. Коммутаторы аналоговых сигналов: назначение, параметры, ключи на биполярных транзисторах. Условные графические обозначения.
51. Коммутаторы аналоговых сигналов: ключи на комплементарных транзисторах МДП-структур. Аналоговые мультиплексоры и демультиплексоры. Условные графические обозначения.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Резонансные LC-усилители.
2. Схема на основе параллельного колебательного контура.
3. Схема на основе последовательного колебательного контура.
4. Формирование необходимой АЧХ.
5. Устойчивость резонансных усилителей.
6. Применение каскодных усилителей.
7. Согласование с помощью неполного включения в колебательный контур.
8. Особенности согласования мощных резонансных усилителей с нагрузкой.
9. Датчики подводимой мощности и КСВН.
10. Согласование с помощью широкополосных трансформаторах на длинных линиях
11. Простейший диодный АМ-детектор.
12. Детектор АМ-сигналов с удвоением напряжения.
13. Мостовой диодный АМ-детектор.
14. Линейный АМ-детектор на ОУ.
15. ЧМ-детектор с одиночным контуром. ЧМ-детектора с двумя контурами.
16. Детектор-искриминатор.
17. Дробный ЧМ-детектора (детектор отношений).
18. Балансный фазовый дискриминатор.
19. Кольцевой фазовый дискриминатор
20. Квазирезонансные RC-усилители.
21. Усилитель с цепью Вина.

- 22.Усилитель с ТТ-мостом.
- 23.Активные фильтры
- 24.Селективный фильтр.
- 25.Фильтр низких частот.
- 26.Фильтр высоких частот.
- 27.Полосовой фильтр.
- 28.Заграждающий фильтр.
- 29.Всепропускающий фильтр (фазовый контур).
- 30.Этапы проектирования активных фильтров.
- 31.Аппроксимация характеристик фильтров.
- 32.Структурный синтез активных фильтров.
- 33.Схема активного фильтра с многоконтурной обратной связью.
- 34.Генераторные каскады с внешним возбуждением.
- 35.Автогенераторы .
- 36.Условия самовозбуждения.
- 37.Мягкое и жесткое самовозбуждение.
- 38.LC-генераторы.
- 39.LC-генератор с трансформаторной связью.
- 40.Трехточечные LC-генераторы.
- 41.RC- генераторы.
- 42.Генератор с мостом Вина.
- 43.Генератор с цепочкой Сифорова.
- 44.Стабилизация амплитуды выходного напряжения генераторов
- 45.Нестабильность LC и RC автогенераторов с параметрической стабилизацией частоты.
- 46.Кварцевые генераторы.
- 47.Реализация сетки частот.
- 48.Получение стабильных по частоте сигналов методом косвенного синтеза.
- 49.Перестройка частоты при использовании косвенного синтезатора.
- 50.Прямой синтез частоты
- 51.Общие положения. АЦП параллельного типа.
- 52.АЦП последовательного приближения.
- 53.Последовательно-параллельные АЦП конвейерного типа.
- 54.Сигма-дельта АЦП
- 55.ЦАП с суммированием токов.
- 56.ЦАП с внутренними источниками тока.
- 57.Сегментированные ЦАП.
- 58.Цифровые потенциометры.
- 59.ЦАП прямого цифрового синтеза.
- 60.Параметры ЦАП

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации (зачет )**

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре по системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов, 5 стандартных задач и 5 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в teste оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Студент считается аттестованным в случае, если он набрал 10 баллов и более.
2. Студент считается неаттестованным в случае, если он набрал менее 10 баллов.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов для промежуточного контроля**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контроли- руемой компе- тенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Усилительные устройства	ПК-2, ОПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, за- чет
2	Основные технические показатели усилителей	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, за- чет
3	Обратные связи в усилителях	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, за- чет
4	Принципы построения усилитель- ных каскадов биполярных транзи- сторов	ОПК-5, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, за- чет
5	Принципы построения усилитель- ных каскадов на полевых транзи- сторах	ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, за- чет
6	Схемы межкаскадной связи в уси- лителях	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и прак- тическим занятиям, зачет
7	Широкополосные усилители	ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, за- чет
8	Усилители мощности	ПК-2, ОПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и

			практическим занятиям, зачет
9	Бестрансформаторные двухтактные каскады	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
10	Усилительные каскады специального назначения	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
11	Усилители постоянного тока	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
12	Операционные усилители ОУ	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
13	Типы ОУ	ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
14	Усилительные каскады на основе ОУ	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
15	Электронные ключи	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
16	Регуляторы и стабилизаторы напряжения и тока	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
17	Аналоговые формирователи сигналов нужной формы	ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет
18	Аналоговые компараторы напряжения	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, зачет

### **7.2.8 Методика выставления оценки при проведении промежуточной (итоговой) аттестации (экзамена)**

Студенты, не отчитавшиеся по лабораторным работам и практическим занятиям, к экзамену не допускаются.

Время и место проведения экзамена указывается в расписании экзаменационной сессии.

Раздаются билеты с тремя вопросами. В первом вопросе проверяются знания по принципам функционирования однокаскадных устройств, во втором - многокаскадных (включая микросхемы) согласно требованиям компетенций ОПК-5, ПК-2 и ПК-5. Третий вопрос содержит по 5 тестов из заданий для подготовки к тестированию, заданий для решения стандартных задач, заданий для решения прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 15.

Оценка «Неудовлетворительно» по третьему вопросу ставится в случае, если студент набрал менее 8 баллов, «Удовлетворительно» - от 8 до 10 баллов, «Хорошо» - от 11 до 13 баллов, «Отлично» - от 14 до 15 баллов.

По первым двум вопросам используется устный метод контроля. Время подготовки 30 мин. Время ответа на вопросы билета и дополнительные вопросы не менее 30 минут. Подготовка выполняется с использованием справочной литературы и средств коммуникации.

При промежуточном (итоговом) контроле в форме экзамена на оценку «отлично» могут претендовать студенты, демонстрирующие знание теоретического материала, способные ответить по меньшей мере на 80% вопросов преподавателя и Оценку «хорошо» заслуживают студенты, демонстрирующие знание наиболее важных положений теоретического материала, способные ответить по меньшей мере 60% вопросов преподавателя и самостоятельно решать задачи невысокой сложности. Оценку «удовлетворительно» получают студенты, демонстрирующие знание наиболее важных положений теоретического материала, способные ответить, как минимум, на 40% вопросов преподавателя. При более низкой результативности студент получает оценку «неудовлетворительно».

## 7.2.7 Паспорт оценочных материалов для итогового контроля

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Частотно-избирательные усилители	ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен
2	Согласование частотно-избирательных усилителей	ПК-2, ОПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен
3	Выпрямители и детекторы сигналов	ОПК-5, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен
4	Низкочастотные избирательные усилители	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен
5	Основные типы фильтров	ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен
6	Генераторы	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен
7	Синтезаторы частоты	ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен
8	Аналогово-цифровые преобразователи	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен
9	Цифро-аналоговые преобразователи	ПК-2, ПК-5	Тест, устный опрос, отчет по лабораторным работам и практическим занятиям, экзамен

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка

теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

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

Допуск к выполнению лабораторной работе осуществляется непосредственно перед ее выполнением и проводится в форме опроса студента по соответствующим пунктам, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 5 минут.

Защита лабораторной работы осуществляется на следующем занятии согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 10 минут.

Контроль за выполнением курсовой работы осуществляется в течении всего семестра в заранее оговоренное время. На каждом этапе обсуждается представленная студентом информация (обычно содержание одного из разделов курсовой работы), и фиксируется процент выполнения плана выполнения данной работы. Защита курсовой работы осуществляется в форме беседы и оценивается на основании ритмичности его выполнения, оформления, а также правильности ответов на поставленные вопросы в процессе защиты работы.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Бойко В.И. и др. Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства. -СПб.: БХВ-Петербург. 2004.-496 с.
2. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. - М.: Издательский дом «Додэка-ХХ1», 2007. - 528 с.
3. Джонс М.Х. Электроника - практический курс. - М.: Постмаркет,2006. - 528 с.
4. Жеребцов И.П. Основы электроники. - Л.: Энергоатомиздат, 1990, - 352 с.
5. Кучумов А.И. Электроника и схемотехника. - М.: Гелиос АРВ, 2005. - 304 с.

6. Лачин В.И., Савёлов Н.С. Электроника. - Ростов н/Д: изд-во «Феникс», 2009. - 576 с.
7. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника. - М.: Горячая линия, 2005. - 768 с.
8. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003. - 320 с.
9. Прянишников В.А. Электроника: Курс лекций. - СПб.: КОРОНА прнт, 2004.- 400 с.
10. Скаржепа В.А., Луценко А.Н. Электроника и микросхемотехника. - К.: Выща школа,2006. - 431 с.
11. Титце У, Шенк К. Полупроводниковая схемотехника, - М.:Мир, 2015, - 512 с.
12. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. - М.: Мир, 2003. -704 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, Офисный пакет Microsoft Office, EWB5.12, «MathCad».**

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

<p>Аудитория для проведения лекций и практических (лабораторных) занятий <b>202/3, 229/3</b></p>	<p>Специализированная лаборатория, оснащенная доской, мультимедиа проектором и компьютером (ноутбук) для лекционных демонстраций, плакатами и пособиями по профилю. Аудитория оснащена компьютерами с возможностью выхода в локальную сеть Интернет</p>
--	---

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

По дисциплине «Схемотехника аналоговых электронных устройств» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета элементов аналоговых схем . Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Лабораторные работы направлены на приобретение практических навыков для анализа и синтеза аналоговых электрических схем. Допуск к выполнению лабораторной работе осуществляется непосредственно перед ее выполнением и проводится в форме опроса студента по соответствующим пунктам, описанным в методических материалах. Примерное время допуска на одного студента составляет 5 мин

Защита лабораторной работы осуществляется на следующем занятии согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 10 мин.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение текстовых документов по ЕСКД.
Лабораторные работы	Подготовка к выполнению лабораторной работы путем изучения содержания соответствующего методического пособия. Подготовка заготовки отчета по лабораторной работе. Изучение соответствующего теоретического материала по тематике лабораторной работы. Получение допуска к выполнению лабораторной работе в процессе беседы с преподавателем по методике проведения работы. Выполнение экспериментальной части работы. Оформление отчета и его защита.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, решение задач на практических занятиях и отчеты по лабораторным работам
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отчеты по лабораторным работам и решение задач на практических занятиях.

**АННОТАЦИЯ**  
к рабочей программе дисциплины  
**«Схемотехника аналоговых электронных устройств»**

**Специальность** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Направленность** Радиоэлектронные системы передачи информации

**Квалификация выпускника** Инженер

**Нормативный период обучения** 5,5 лет

**Форма обучения** Очная

**Год начала подготовки** 2017 г.

**Цель изучения дисциплины:** практически и теоретически подготовить будущих специалистов в области разработки структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

**Задачи изучения дисциплины:**

формирование у студентов знаний в области разработки структурных, функциональных и принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

**Перечень формируемых компетенций:**

ОПК-5 - Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат

ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

ПК-5 Способен использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн

**Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ:** 8 з.е.

**Форма итогового контроля по дисциплине:** Экзамен

(зачет, зачет с оценкой, экзамен)

## Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	<p>Актуализирован раздел 8 в части учебно-методического обеспечения дисциплины;</p> <p>в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем;</p> <p>Актуализирован раздел 9 в части материально-технической базы необходимой для проведения образовательного процесса.</p>	30.08.2018	
2	<p>Актуализирован раздел 8 в части учебно-методического обеспечения дисциплины;</p> <p>в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем;</p> <p>Актуализирован раздел 9 в части материально-технической базы необходимой для проведения образовательного процесса.</p>	30.08.2019	
3	<p>Актуализирован раздел 8 в части учебно-методического обеспечения дисциплины;</p> <p>в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем;</p> <p>Актуализирован раздел 9 в части материально-технической базы необходимой для проведения образовательного процесса.</p>	30.08.2020	