

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

В.А. Небольсин

«30»августа2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Схемотехника аналоговых электронных устройств»

Закреплена за кафедрой: **радиотехники**

Направление подготовки: **11.03.01 «Радиотехника»**

Профиль: **«Радиотехнические средства передачи,
приема и обработки сигналов»**

Часов по УП: 180; Часов по РПД: 180;

Часов на самостоятельную работу по УП: 90 (50%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 90 (50 %);

Курсовая работа;

Общая трудоемкость в ЗЕТ 5:

Виды контроля в семестрах (на курсах): экзамен в 5 семестре

Форма обучения: (очная)

Срок обучения: (нормативный)

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	1/18		2/18	3/18		4/18		5/18		Итого	
	УП	РПД	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции								18	18	18	18
Лабораторные								18	18	18	18
Практические								18	18	18	18
Ауд. занятия								54	54	54	54
Сам. работа								90	90	90	90
Экзамен								36	36	36	36
Итого								180	180	180	180

Воронеж 2017

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.01 «Радиотехника» – утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 марта 2015 г. № 179

Программу составил :



к.ф.м.н. доцент Горбатенко

(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент:



к.т.н., доцент Богачев М.И.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана по направлению 11.03.01 «Радиотехника», профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиотехники протокол № 1 от 29.08.2017г.

Зав. кафедрой радиотехники



Матвеев Б.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p>Целью изучения дисциплины является «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является: обеспечить базовую подготовку студентов в области проектирования и применения аналоговых электронных схем и функциональных звеньев в радиоэлектронной аппаратуре.</p> <p>Курс является базовым для изучения дисциплин «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Устройства приема и обработки сигналов». Знания и практические навыки, полученные при изучении курса «Схемотехника аналоговых электронных устройств», используются обучаемыми при разработке курсовых и дипломных работ.</p>
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	освоения методов анализа и расчета электрических цепей, построения моделей
1.2.2	освоения методов измерения электрических величин
1.2.3	использования программ для расчета и схемотехнического моделирования цепей

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) Б1	Код дисциплины в УП: Б.1.Б.18
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по математике, физике, основам теории цепей, электроники. Освоить следующие компетенции ОПК-3	
Б1.Б.5	Математика
Б1.Б.6	Физика
Б1.Б.11	Основы теории цепей
Б1.Б.15	Электроника
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.14	Радиопередающие устройства
Б1.В.ОД.15	Радиоприемные устройства

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК-3	Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей
<p>Знает: принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов</p> <p>Умеет: осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств</p>	

Владеет: методами оптимизации параметров и схем аналоговых электронных устройств	
ОПК-5	Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
Знает: принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов	
Умеет: осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств	
Владеет: методами расчета типовых аналоговых электронных устройств	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов
3.1.2	основные аспекты, проблемы и методы проектирования, разработки устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения
3.2	Уметь:
3.2.1	осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств, в том числе на этапах, предшествующих анализу свойств схем с помощью ЭВМ
3.2.2	грамотно и целенаправленно осуществлять оптимизацию схем в ходе анализа свойств синтезированных структурных и электрических схем
3.3	Владеть:
3.3.1	методами оптимизации параметров схем аналоговых электронных устройств.
3.3.2	методами расчета типовых аналоговых электронных устройств

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Се-местр	Не-деля семе-стра	Вид учебной нагрузки и их трудоем-кость в часах				
				Лек-ции	Пра-кти-ческие занятия	Ла-б. раб.	СРС	Всего часов
1	Общие сведения об усилителях. Математическое описание усилителей	5	1-2	2	6	2	15	26
2	Усилительные каскады на транзисторах	5	3-10	4	12	8	25	51
3	Каскады предварительного усиления	5	11-16	8		8	25	49
4	Базовые схемные конфигурации аналоговых интегральных схем. Операционные усилители. Преобразователи аналоговых сигналов на операционных усилителях.	5	17-18				25	28
5	Экзамен	5		18	18	18	90	144

Итого		18	18	18	36	144
--------------	--	-----------	-----------	-----------	-----------	------------

4.1 Лекции (Лек.)

№ п/п	Тема и содержание лекции	Объ- ем ча- сов	В том числе в интеракт. форме
Номер и наименование раздела дисциплины			
1	<p>Общие сведения. Математическое описание усилителей Лекция 1. Общие сведения. Задачи и программа курса. Общие сведения об усилителях. Классификация усилителей. Основные параметры и характеристики усилителей: коэффициент усиления, полоса пропускания, входное и выходное сопротивления, амплитудная характеристика, динамический диапазон. Искажение сигналов в усилителе: статические (нелинейные) и динамические (амплитудные и фазовые). Переходные характеристики. Типовые функциональные каскады полупроводникового усилителя. (2 часа) <i>Самостоятельное изучение.</i> Задачи анализа и синтеза аналоговых электронных устройств.</p> <p>Лекция 2-3. Математическое описание усилительных устройств. Передаточные функции усилительных устройств. Представление передаточной функции элементарными звеньями. Частотные характеристики усилительных устройств. Обратные связи в усилителе. Понятие об устойчивости усилителя. Фундаментальный критерий устойчивости. Влияние отрицательной обратной связи на основные характеристики усилителя. (4 часа) <i>Самостоятельное изучение.</i> Паразитные обратные связи, возникающие в усилителе самопроизвольно. Различные критерии устойчивости</p>	3	
2	<p>Усилительные каскады на транзисторах Лекция 4-5. Принцип работы усилителя Построение каскадов усилителя на биполярных транзисторах. Токи и напряжения покоя в усилителях. Понятие о классах усиления усилительных каскадов. Работа усилителя в режимах малого и большого входных сигналов. Классы усиления А, В и АВ. (4 часа) <i>Самостоятельное изучение.</i> Классы усиления С и D.</p> <p>Лекция 6-7. Методы стабилизации рабочей точки Метод термокомпенсации, параметрическая стабилизация, стабилизация рабочей точки путем введения отрицательной обратной связи (эмиттерная и коллекторная стабилизация). Формирование частотной характеристики каскадов с цепями ООС. (4 часа) <i>Самостоятельное изучение</i> Программы машинного анализа частотных характеристик ПУ с ООС и без обратной связи на ЭВМ.</p> <p>Лекция 8-9. Каскады усилителя на полевом транзисторе. Повторители напряжения. Усилительный каскад по схеме с общим истоком. Режим покоя в усилительном каскаде на полевом транзисторе с управляющим <i>p-n</i>-переходом. Основные параметры каскада усилителя</p>	6	

	<p>на полевом транзисторе Эмиттерный и истоковый повторители.(3 часа) <i>Самостоятельное изучение</i> Программы машинного анализа частотных характеристик Эмиттерного и истокового повторителей.</p>		
3	<p>Каскады предварительного усиления Лекция 10-11-12. Условия работы каскадов предварительного усиления Требования к каскадам и режим работы. Эквивалентные схемы предварительного усилителя. Характеристики и расчетные формулы резисторного каскада. Работа резисторного каскада при подаче мгновенного скачка напряжения его на вход. Расчет транзисторного резисторного каскада. Резисторные каскады предварительного усиления, работающие на внешнюю нагрузку, и резисторные входные цепи. (6часов) <i>Самостоятельное изучение.</i> Анализ предварительного усилителя с помощью программ схемотехнического моделирования. Лекция 13-14. Выходные каскады. Условия расчета каскадов мощного усиления. Каскады с непосредственным включением нагрузки, резисторный, дроссельный и трансформаторный. Расчет однотактного транзисторного каскада мощного усиления в режиме А. Расчет двухтактного транзисторного каскада мощного усиления в режиме В. Бестрансформаторные двухтактные каскады мощного усиления. Расчет бестрансформаторных двухтактных каскадов. (4часа) <i>Самостоятельное изучение.</i> Варианты бестрансформаторного двухтактного каскада, работающих в режиме В, применяемые в интегральных схемах. Лекция 15. Широкополосные каскады и каскады специального назначения Особенности широкополосных усилителей. Низкочастотная коррекция. Высокочастотная коррекция. Схемы коррекции с обратной связью. Коскодная схема. (2 часа) <i>Самостоятельное изучение.</i> Низкочастотная коррекция с комплексной обратной связью объединенная с высокочастотной коррекцией.</p>	6	
4	<p>Базовые схемные конфигурации аналоговых интегральных схем. Операционные усилители. Преобразователи аналоговых сигналов на операционных усилителях Лекция 16. Усилители постоянного тока. Основные свойства и применение. Усилители постоянного тока, с непосредственной связью. Дрейф нуля и способы его уменьшения. Балансные и дифференциальные каскады. Операционный усилитель. (2 часа) <i>Самостоятельное изучение.</i> Транзисторный усилитель постоянного тока с потенциометрической связью и дополнительным источником компенсирующего напряжения. Лекция 17-18. Преобразователи аналоговых сигналов на операционных усилителях Повторитель напряжения. Неинвертирующий и инвертирующий усилители. Усилитель с дифференциальными входами. Инвертирующий сумматор. Схема сложения-вычитания. Неинвертирующий сумматор. Интегратор. Дифференциатор. Перемножители</p>	3	

	частоты. Активные фильтры. (4 часа) <i>Самостоятельное изучение.</i> Нелинейные преобразователи. Ограничители уровня. Источники тока. Источники напряжения. Усилители переменного тока.		
Итого часов		18	

4.2 Практические занятия (Пр.)

№ п/п	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе в интерактивной форме	Виды контроля
1. Общие сведения. Математическое описание усилителей				
1.1	Основные параметры и характеристики усилителей: коэффициент усиления, полоса пропускания, входное и выходное сопротивление, амплитудная характеристика, динамический диапазон.	1	1	опрос
1.2	Передаточные функции усилительных устройств. Представление передаточной функции элементарными звеньями. Частотные характеристики усилительных устройств.	1	1	опрос
1.3	Обратные связи в усилителе. Понятие об устойчивости усилителя. Критерии устойчивости. Влияние отрицательной обратной связи на основные характеристики усилителя.	2	1	опрос
2. Усилительные каскады на транзисторах				
2.1	Построение каскадов усилителя на биполярных транзисторах. Транзисторный каскад по схеме с ОЭ.	1		опрос
2.2	Построение каскадов усилителя на биполярных транзисторах. Транзисторный каскад по схеме с ОБ.	1		опрос
2.3	Режим работы транзисторного каскада по постоянному току. Выбор режима работы каскада по ВАХ усилительного элемента.	4		контрольная
2.4	Стабилизация режима работы транзисторного каскада по постоянному току	4		контрольная
2.5	Расчет параметров транзисторного каскада, обеспечивающих режим работы транзистора по постоянному току.	4		контрольная
Итого часов		18		

4.3 Лабораторные работы (Лаб. р)

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме	Виды контроля
1. Общие сведения об усилителях. Математическое описание усилителей				
1.1	Исследование ВАХ полупроводниковых приборов, применяемых в усилительных устройствах	2		опрос

2. Усилительные каскады на транзисторах				
2.1	Моделирование и исследование каскада предварительного усиления на биполярном транзисторе в среде программирования Wb.	2		опрос
2.2	Моделирование и исследование каскада предварительного усиления на полевом транзисторе в среде программирования Wb.	2		опрос
2.3	Исследование эмиттерного повторителя	2		опрос
2.4	Заключительное занятие	1		опрос
3. Каскады предварительного усиления				
3.1	Исследование схем стабилизации точки покоя транзисторных каскадов.	2		опрос
3.2	Исследование резисторного каскада на биполярном транзисторе.	2		опрос
3.3	Исследование резисторного каскада на полевом транзисторе	2		опрос
3.4	Исследование частных свойств резисторных каскадов на транзисторах	2		опрос
3.5	Заключительное занятие	1		опрос
Итого часов		18		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	№	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
6	1	Подготовка к контрольной работе	проверка к.р.	14
10	2	Подготовка к контрольной работе	проверка к.р.	14
16	3	Подготовка к контрольной работе	проверка к.р.	14
4	4	Выполнение домашнего задания к лабораторной работе	опрос	12
8	5	Выполнение домашнего задания к лабораторной работе	опрос	12
12	6	Выполнение домашнего задания к лабораторной работе	опрос	12
14	7	Выполнение домашнего задания к лабораторной работе	опрос	12
Итого:				90

4.5. Курсовая работа «Проектирование активных фильтров на операционном усилителе».

Цель курсовой работы состоит:

- в приобретении практических навыков проектирования избирательных усилителей;
- в освоении методики формирования передаточной функции;
- в выработке навыков имитационного и экспериментального исследования процессов в линейных цепях.

Работа выполняется по индивидуальным заданиям и включает в себя элементы научных исследований.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Освоение дисциплины предполагает изучение студентами теоретических основ схемотехники аналоговых электронных устройств, проверку понимания теории путём решения ряда задач, соответствующих пройденному материалу, а также выполнение лабораторных работ, позволяющих в деталях проанализировать свойства и особенности устройств обработки аналоговых сигналов. Для обретения требуемых стандартом образования ФГОС-3+ компетенций каждому студенту необходимо решить не менее 2 практических, рассчитать домашние задания к лабораторным исследованиям, провести эксперименты с использованием вычислительной техники и в реальном масштабе времени, проанализировать и обсудить их итоги в малых исследовательских группах и защитить полученные результаты перед преподавателем. Состав малых исследовательских групп, а также выполняемые ими варианты лабораторных исследований согласуются с преподавателем на начальном этапе освоения учебного курса. Представленный выше объем теории, практических задач и лабораторных исследований является лишь необходимым минимумом. Студентам, заинтересованным в получении высококачественной подготовки необходимо расширять этот минимум чтением рекомендованной учебной литературы и проработкой дополнительного круга задач по индивидуальному согласованию с преподавателем.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции
5.2	Практические занятия:
5.3	Лабораторные работы: - выполнение лабораторных работ в форме компьютерного моделирования и в реальном масштабе времени - работа в команде (ИФ) - обсуждение в малых группах лекционных вопросов, домашних заданий, особенностей выполнения работ и получаемых результатов; - проблемное обучение (ИФ) – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы; - обучение на основе опыта (ИФ) – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения; - консультация, тьюторство (ИФ) – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления <i>теоретических и фактических знаний</i> , приобретенных студентом на лекциях и в результате самостоятельной работы; - защита выполненных работ.
5.4	Самостоятельная работа студентов: - изучение теоретического материала, - оформление конспектов лекций, - подготовка к лекциям и лабораторным занятиям - подготовка к текущему контролю успеваемости и к экзамену
5.5	Консультации по всем вопросам учебной программы

Активные/интерактивные формы обучения на практических и лабораторных занятиях

Тема практического/лабораторного занятия	Работа в команде	Проблемное обучение	Обучение на основе опыта	Консульт., тьюторство
Основные параметры и характеристики усилителей: коэффициент усиления, полоса пропускания, входное и выходное сопротивления, амплитудная характеристика, динамиче-	+	+	+	+

ский диапазон.				
Передаточные функции усилительных устройств. Представление передаточной функции элементарными звеньями. Частотные характеристики усилительных устройств.	+	+	+	+
Обратные связи в усилителе. Понятие об устойчивости усилителя. Критерии устойчивости. Влияние отрицательной обратной связи на основные характеристики усилителя.	+	+	+	+
Построение каскадов усилителя на биполярных транзисторах. Транзисторный каскад по схеме с ОЭ.	+	+	+	+
Построение каскадов усилителя на биполярных транзисторах. Транзисторный каскад по схеме с ОБ.	+	+	+	+
Режим работы транзисторного каскада по постоянному току. Выбор режима работы каскада по ВАХ усилительного элемента.	+	+	+	+
Стабилизация режима работы транзисторного каскада по постоянному току	+	+	+	+
Расчет параметров транзисторного каскада, обеспечивающих режим работы транзистора по постоянному току	+	+	+	+
Исследование ВАХ полупроводниковых приборов, применяемых в усилительных устройствах	+	+	+	+
Моделирование и исследование каскада предварительного усиления на биполярном транзисторе в среде программирования Wb.	+	+	+	+
Моделирование и исследование каскада предварительного усиления на полевом транзисторе в среде программирования Wb.	+	+	+	+
Исследование эмиттерного повторителя	+	+	+	+
Исследование схем стабилизации точки покоя транзисторных каскадов.	+	+	+	+
Исследование резисторного каскада на биполярном транзисторе.	+	+	+	+
Исследование резисторного каскада на полевом транзисторе	+	+	+	+
Исследование частных свойств резисторных каскадов на транзисторах	+	+	+	+

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ**

6.1	Контроль выполнения индивидуализированных заданий на практических занятиях, контрольные работы.
6.2	Индивидуализированные задания для лабораторных работ, защита их выполнения.
6.3	Подготовка к зачету и экзамену, зачет и экзамен.

Текущий контроль по дисциплине

Номер раздела дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
1	Общие сведения об усилителях. Математическое описание усилителей	Устный опрос	устный	2 неделя
2	Построение каскадов усилителя на биполярных транзисторах. Транзисторный каскад по схеме с ОЭ.	Устный опрос	Устный	5 неделя
3	Построение каскадов усилителя на биполярных транзисторах. Транзисторный каскад по схеме с ОБ.	Устный опрос	Устный	7 неделя
4	Режим работы транзисторного каскада по постоянному току. Выбор режима работы каскада по ВАХ усилительного	Контрольная работа	Письменный	9 неделя
5	Стабилизация режима работы транзисторного каскада по постоянному току	Контрольная работа	Письменный	11 неделя
6	Расчет параметров транзисторного каскада, обеспечивающих режим работы транзистора по постоянному току.	Контрольная работа	Письменный	16 неделя

7	Базовые схемные конфигурации аналоговых интегральных схем. Операционные усилители. Преобразователи аналоговых сигналов на операционных усилителях.	Устный опрос	устный	18 неделя
---	--	--------------	--------	-----------

Полная спецификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители.	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Павлов В.Н. Ногин В.Н.	Схемотехника аналоговых электронных устройств М.2003	2003 учебник	0,5
7.1.1.2	Воробьева Е.И	Аналоговые электронные устройства. Воронеж: ВГТУ.	2012 уч. пособие	1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Опадчий Ю.Ф. и др.	Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника	2002 учебник	0,4
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Воробьева Е.И. Юшин А.М., Попов И.И.	Методические указания к лабораторным работам №1-4, по дисциплине «Схемотехника аналоговых электронных устройств»	2011	1
7.1.3.2	Воробьева Е.И.	Проектирование активных фильтров. Методические указания к курсовому проектированию	2012	1
7.1.3.3	Воробьева Е.И., Татаринский А.Г.	Методические указания к практическим занятиям по схемотехническому моделированию аналоговых и цифровых устройств в средеWORKBANCH	2005	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1		MathCAD		
7.1.4.2		MicroCAP, WorkBench		

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лаборатория «Схемотехники аналоговых электронных устройств» 409/3 с необходимым оборудованием, дисплейный класс