


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 (ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Председатель Ученого совета  
 факультета радиотехники  
 и электроники

  
 В.А. Небольсин  
 « 14 » 06 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.Б.17 «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 по УП (без учета экзаменов): 144;**

**Часов по РПД (без учета экзаменов): 144;**

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

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

**Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5;**

**Виды контроля в семестрах (на курсах): курсовая работа, экзамен –  
 5 семестр.**

**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
<b>Контакт. работа</b>								54	54	54	54
<b>Сам. работа</b>								90	90	90	90
<b>Экзамен</b>								36	36	36	36

Итого								180	180	180	180
-------	--	--	--	--	--	--	--	-----	-----	-----	-----

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 В.В.  
 Рецензент:  д.ф-м.н., профессор Коротков Л.Н.

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 № 15 от 6.06 2016 г.

Зав. кафедрой радиотехники  Матвеев Б.В.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p>Целью изучения дисциплины “Схемотехника аналоговых электронных устройств” является освоение студентами основ схемотехники аналоговых электронных устройств (АЭУ) и формирование знаний по основам проектирования этих устройств. “Схемотехника аналоговых электронных устройств” – дисциплина, изучающая схемотехнические особенности устройств усиления и обработки аналоговых электрических сигналов, а также методы анализа и расчета этих устройств.</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 прохождении практик и разработке курсовых и дипломных работ.</p>
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение принципов функционирования АЭУ, их параметров и характеристик;
1.2.2	изучение особенностей схемной реализации АЭУ и их базовых узлов;
1.2.3	освоение методов анализа и расчета АЭУ;
1.2.4	приобретение практических навыков построения и расчета схем АЭУ с заданными характеристиками.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел): Б1.Б	Код дисциплины в УП: Б1.Б.17
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.10	Основы теории цепей
Б1.Б.14	Электроника
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.12	Радиопередающие устройства
Б1.В.ОД.13	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><b>Знает:</b> основы схемотехники и элементную базу АЭУ.</p> <p><b>Умеет:</b> использовать методы расчета типовых аналоговых функциональных узлов.</p> <p><b>Владеет:</b> опытом выбора схем АЭУ.</p>	
ОПК-5	Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных
<p><b>Знает:</b> принципы функционирования АЭУ, их параметры и характеристики.</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять анализ основных параметров и характеристик АЭУ.</p> <p><b>Владеет:</b> практическими навыками регистрации основных параметров и характеристик АЭУ.</p>	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	<b>Знать:</b>
3.1.1	основы схемотехники и элементную базу АЭУ.
3.1.2	принципы функционирования АЭУ, их параметры и характеристики.
3.2	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать методы расчета типовых аналоговых функциональных узлов.
3.2.2	осуществлять анализ основных параметров и характеристик АЭУ.
3.3	<b>Владеть:</b>
3.3.1	опытом выбора схем АЭУ.
3.3.2	практическими навыками регистрации основных параметров и характеристик АЭУ.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лаб. раб.	СРС	Всего часов
			4	5	6	7	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Введение. Предмет курса и его задачи. Основные параметры и характеристики аналоговых электронных устройств	5	2	4	2	12	20
2.	Принципы усиления сигналов и построения усилителей. Усилительные каскады в режиме малого сигнала. Обратная связь в усилителях.	5	2	2	2	7	13
3.	Многокаскадные усилители. Каскады предварительного усиления. Оконечные усилительные каскады. Широкополосные и импульсные усилители.	5	4	4	4	7	19
4.	Функциональные устройства на ОУ. Устройства перемножения и усиления сигналов. Активные RC-фильтры.	5	4	4	4	7	19
5.	RC-генераторы на ОУ.	5	2	2	2	7	13
6.	Схемотехника аналого-цифровых устройств	5	2			7	9
7.	Компьютерный анализ и проектирование аналоговых устройств	5	2	2	4	7	15
	Экзамен						36
	Итого за семестр		18	18	18	90	180

#### 4.1 Лекции

№ п/п	Тема и содержание лекции	Объ- ем ча- сов	В том числе в инте- ракт. форме
Номер и наименование раздела дисциплины			
4.1.1	<p>Введение. Предмет курса и его задачи. Основные параметры и характеристики аналоговых электронных устройств</p> <p>Лекция 1.</p> <p>Предмет, цели и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Назначение и области применения аналоговых и аналого-цифровых устройств. Типы аналоговых устройств. Параметры, определяющие вид и точность преобразования аналоговых сигналов. Параметры, характеризующие связь АЭУ с входными, выходными и управляющими устройствами, а также с источниками питания.</p>	2	2
4.1.2	<p>Принципы усиления сигналов и построения усилителей. Усилительные каскады в режиме малого сигнала. Обратная связь в усилителях.</p> <p>Лекция 2.</p> <p>Особенности схемотехники апериодических усилительных каскадов на биполярных и униполярных транзисторах. Схемы с общим коллектором и общим стоком, с общим эмиттером и общим истоком, общей базой и общим затвором. Способы реализации задания и стабилизации рабочей точки (режима) этих усилительных звеньев и параметры характеризующие стабильность режима работы по постоянному току при изменении температуры и напряжения питания.</p>	2	2
4.1.3	<p>Многокаскадные усилители. Каскады предварительного усиления. Оконечные усилительные каскады. Широкополосные и импульсные усилители.</p> <p>Лекция 3.</p> <p>Схемотехника усилительных звеньев с использованием каскадного соединения транзисторов – как биполярных транзисторов с одним, или различным током проводимости, так и с использованием каскадного соединения биполярных и униполярных транзисторов. Структурная схема усилителя с обратной связью. Обратная связь по току и по напряжению. Последовательная и параллельная обратная связь. Влияние обратной связи на основные параметры усилителя</p>	2	2

	<p>(входное и выходное сопротивление, коэффициент усиления, линейность переходной характеристики, амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристику). Устойчивость усилителя с обратной связью. Критерии устойчивости. Обратная связь в основных усилительных звеньях, способы ее использования и нейтрализации.</p> <p>Лекция 4.</p> <p>Особенности построения многокаскадных усилительных трактов. Способы межкаскадных связей. Дифференциальный усилительный каскад. Схема сдвига уровня постоянного напряжения. Особенности оконечных каскадов, выбор транзисторов. Однотактные каскады усиления мощности. Двухтактные каскады в режиме В и АВ. Особенности формирования АЧХ широкополосных трактов.</p>	2	2
4.1.4	<p>Функциональные устройства на операционных усилителях (ОУ). Устройства перемножения и усиления сигналов. Активные RC-фильтры.</p> <p>Лекция 5.</p> <p>Операционные усилители в схемах линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов. Схемы суммирования и сложения-вычитания на ОУ. Использование нелинейных обратных связей в ОУ (схемы ограничения, точного одно и двухполупериодного выпрямления). Схемотехника ОУ с логарифмической и показательной передаточными функциями. Параметры, характеризующие точность логарифмического и показательного преобразования аналоговых сигналов. Умножение и деление аналоговых сигналов с использованием ОУ с логарифмическими и показательными передаточными функциями.</p>	2	2
	<p>Лекция 6.</p> <p>Применение схем интегрирования при формировании и преобразовании сигналов. Амплитудно-частотные характеристики рассматриваемых вариантов схем. Интегрирование аналогового сигнала с использованием ОУ.</p> <p>Дифференциатор сигналов на основе ОУ и его АЧХ. Ограничения, связанные с высокочастотным спадом АЧХ ОУ и устойчивостью усилителя. Частотные активные фильтры на основе ОУ, фильтр нижних частот, фильтр верхних частот, резонансный фильтр, полосовой фильтр, режекторный фильтр.</p>	2	2
4.1.5	<p>RC – генераторы на ОУ</p>		

	<p>Лекция 7.</p> <p>Схемотехника РС-генераторов гармонических колебаний с фазосдвигающей цепью. Применение мостовых цепей ОС в РС-генераторах. Методы стабилизации амплитуды. Перестраиваемые РС-генераторы гармонических колебаний. Методы стабилизации частоты.</p> <p>РС-генераторы прямоугольных импульсов с использованием методов интегрирования и компарирования.</p>	2	2
4.1.6	<p>Схемотехника аналого-цифровых устройств</p> <p>Лекция 8.</p> <p>Области применения и основные принципы работы аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Параллельные преобразователи, особенности схемотехники. Достоинства и недостатки, области применения. Последовательные АЦП (порядкового уравнивания). Схемотехника, области применения, достоинства и недостатки таких АЦП. Преобразователи с двойным интегрированием (числовые преобразователи). Основные характеристики. Линейность преобразования, стабильность. АЦП с преобразованием кода.</p>	2	2
4.1.7	<p>Компьютерный анализ и проектирование аналоговых устройств</p> <p>Лекция 9 .</p> <p>Основные пакеты программ компьютерного анализа и проектирования аналоговых устройств. Краткие сведения об используемом математическом аппарате компьютерного анализа АУ. Математические модели активных и пассивных элементов анализируемых схем. Анализ линейных и нелинейных АУ по постоянному току, расчет переходных процессов и частотных характеристик, расчет уровней шума и спектров сигналов, многовариантный анализ и статистический анализ по методу Монте-Карло.</p>	2	2
Итого часов		18	18



#### 4.2 Практические занятия

№ п/п	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе в интерактивной форме	Виды контроля
4.2.1	Электрический расчет оконечного каскада (ОК) усилителя мощности (УМ).	2	2	опрос
4.2.2	Электрический расчет предварительного каскада УМ.	2	2	опрос
4.2.3	Электрический расчет активного фильтра нижних частот первого порядка на основе интегрирующей RC-цепочки, включенной на входе ОУ.	2	2	опрос
4.2.4	Электрический расчет активного фильтра нижних частот первого порядка на базе ОУ, включенного по схеме интегратора.	2	2	опрос
4.2.5	Электрический расчет активного фильтра верхних частот первого порядка на основе дифференцирующей цепочки, включенной на входе ОУ.	2	2	опрос
4.2.6	Электрический расчет активного фильтра верхних частот первого порядка на базе ОУ, включенного по схеме дифференцирования.	2	2	опрос
4.2.7	Электрический расчет активного полосового фильтра первого порядка на основе ОУ.	2	2	опрос
4.2.8	Электрический расчет входного усилителя с использованием неинвертирующего включения ОУ.	2	2	опрос
4.2.9	Электрический расчет входного усилителя с использованием инвертирующего включения ОУ.	2	2	опрос
Итого часов		18	18	

### 4.3 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе, в интерак. форме	Виды контроля
4.3.1	Исследование основных параметров и характеристик ОК УМ.	4	4	опрос
4.3.2	Исследование оконечных каскадов УМ.	4	4	опрос
4.3.3	Исследование усилителей, построенных на инвертирующем и неинвертирующем способах включения ОУ.	4	4	опрос
4.3.4	Исследование РС – генераторов на ОУ.	2	2	опрос
4.3.5	Компьютерный анализ усилительных каскадов по постоянному току, расчет переходных процессов и частотных характеристик.	4	4	опрос
Итого часов		18	18	

### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	№ п/п	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
5 - 17	1.	Контрольная работа	проверка	36
2	2.	Подготовка к практической и лабораторной работе	опрос	10
3	3.	Подготовка к практической и лабораторной работе	опрос	10
4	4.	Подготовка к практической и лабораторной работе	опрос	10
5	5.	Подготовка к практической и лабораторной работе	опрос	10
6	6.	Подготовка к лабораторной работе	опрос	6
7	7.	Подготовка к практической работе	опрос	6
8	8.	Подготовка к лабораторной работе	опрос	6
9	9.	Подготовка к практической работе	опрос	6
10	10.	Подготовка к лабораторной работе	опрос	6
11	11.	Подготовка к практической работе	опрос	6
12	12.	Подготовка к лабораторной работе	опрос	6
13	13.	Подготовка к практической работе	опрос	6
14	14.	Подготовка к лабораторной работе	опрос	6
15	15.	Подготовка к практической работе	опрос	6
16	16.	Подготовка к защите контрольной работы		10
5 - 17	17.	Подготовка к экзамену		34
Итого:				180

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: демонстрация экспериментальных исследований устройств, применения программных продуктов для расчета и моделирования с помощью вычислительной техники;
5.2	Практические занятия: применение вычислительной техники;
5.3	Лабораторные работы: использование лабораторного оборудования, вычислительной техники;
5.4	СРС: изучение теоретического материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, защите курсовой работы, подготовка к экзамену

## 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 и лабораторных занятиях, защита контрольных работ.
6.2	Индивидуализированные задания для лабораторных работ, защита их выполнения.
6.3	Подготовка к экзамену, экзамен.

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

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители.	Заглавие	Год 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
7.1.2. 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				
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.2		MicroCAP, WorkBench		

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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