

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-педагогической работе

*(подпись)*

*А.В. Левин*

И.О. Фамилия

« 03 » 07

20 17 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Аналоговые электронные устройства»**

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление (специальность)  
подготовки:

11.03.01 «Радиотехника»

(код и наименование направления / специальности)

Направленность:

Радиотехника

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Уровень образования:

бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Семестры	3	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5,5/168	1,0/36
Аудиторные занятия (час.), в том числе	85	-
Лекции (час.)	51	-
Практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Лабораторные работы (час.)	34	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	59	36
Курсовой проект/работа (сем/кол.)	-	1
Индивидуальное задание (сем/кол.)	1	-
Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачёт):	Экзамен	Кр

Донецк, 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Аналоговые электронные устройства» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 11.03.01. «Радиотехника» для 2017 года приёма.

Составитель: Власенко А.Ю., старший преподаватель кафедры Радиотехники и защиты информации

Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании кафедры Радиотехники и защиты информации.

Протокол от « 25 » 05 2017 года № 10

Заведующий кафедрой доцент, ктн  Паслен В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** Радиотехники и защиты информации.

Протокол от « 25 » 05 2017 года № 10

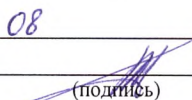
Заведующий кафедрой доцент, ктн  Паслен В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ по направлению (специальности) подготовки 11.03.01. «Радиотехника»

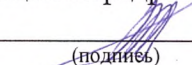
Протокол от « 16 » 06 20 17 года № 11

Председатель  Паслен В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

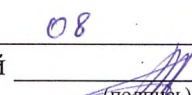
Рабочая программа **продлена** для 20 18 года приёма на заседании кафедры Радиотехники и защиты информации.

Протокол от « 31 » 08 20 18 года № 1  
Заведующий кафедрой  В.В. Паслен  
(подпись) (Ф.И.О.)

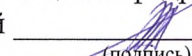
Согласовано с выпускающей кафедрой Радиотехники и защиты информации.

Заведующий кафедрой  В.В. Паслен  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20 19 года приёма на заседании кафедры Радиотехники и защиты информации.

Протокол от « 28 » 08 20 19 года № 1  
Заведующий кафедрой  В.В. Паслен  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой Радиотехники и защиты информации.

Заведующий кафедрой  В.В. Паслен  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры Радиотехники и защиты информации.

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой Радиотехники и защиты информации.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)



## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Аналоговые электронные устройства» является формирование у студентов знаний и навыков, позволяющих проводить простейшие расчеты и компьютерное моделирование для анализа и схемотехнического проектирования усилителей и устройств аналоговой обработки электрических сигналов; рассмотрение качественных показателей, характеристик и режимов работы различных типов аналоговых устройств, физических процессов в схемах и соответствия их математическому описанию, вопросов применения этих устройств в РЭА.

В результате освоения дисциплины студент должен

**Знать** общие принципы построения и функционирования базовых усилительных каскадов на разных электронных компонентах; режимы работы усилительных элементов, методы их задания и стабилизации; принципы применения усилителей для создания устройств, предназначенных для различной обработки радиотехнических сигналов; принципы использования обратной связи для получения устройств с заданными характеристиками.

**Уметь:** анализировать работу разных аналоговых устройств; проектировать усилительные каскады на разных усилительных компонентах по заданным параметрам; использовать усилители для целенаправленной обработки аналоговых сигналов; анализировать работу аналогового устройства по его принципиальной схеме.

**Приобрести навыки** расчета цепей, обеспечивающих режим и работоспособность усилительных каскадов разного назначения; исследования аналоговых устройств различного назначения.

Перечисленные результаты обучения должны формировать следующие компетенции и обеспечивать выполнение следующих видов профессиональной деятельности: способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5); способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7); способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1); способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2); способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3); готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ОПК-4); способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6); способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7); способность использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8); способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9); способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-1); готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций результатов исследований в виде презентаций, статей и докладов (ПК-3), способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем (ПК-5); готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-6); способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7); способность проводить поверку, наладку и регулировку оборудования и настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки радиотехнических устройств и систем (ПК-17); способность

владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем (ПК-18).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу дисциплин профессиональной подготовки базовой части учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях и умениях, обеспечивающих базовую теоретическую и инженерную подготовку. Фундаментальной основой для изучения дисциплины являются знания, полученные в курсах “Физика”, “Компонентная база радиоэлектроники”, “Теоретические основы электротехники”.

В свою очередь, дисциплина является базовой для изучения ряда специальных дисциплин “Прием и обработка сигналов”, “Генерирование сигналов” и др.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсовых работ (проектов) по всем дисциплинам профессиональной и практической подготовки и дипломном проектировании.

## 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем	Лекции	Лабор.	СРС
Тема 1. Расчет нелинейных электрических цепей	4		4
Тема 2. Общие сведения о аналоговых электронных устройствах.	2		2
Тема 3. Принципы функционирования простейших усилительных каскадов Анализ работы базовых усилительных каскадов в режиме малого сигнала	4		4
Тема 4. Обратные связи в трактах усиления	4	2	4
Тема 5. Схемотехника усилительных устройств на биполярных и полевых транзисторах	6	8	10
Тема 6. Усилители мощности	4	4	7
Тема 7. Усилители постоянного тока. Базовые схемные конфигурации	4	2	4
Тема 8. Интегральный операционный усилитель и его особенности	2	4	4
Тема 9. Функциональные устройства на ОУ	6	4	8
Тема 10. Активные RC-фильтры	2	4	2
Тема 11. Устройства сравнения аналоговых сигналов	2	2	2
Тема 12. Электронные схемы коммутации	2		1
Тема 13. Триггерные и генераторные устройства	6	4	7
Тема 14. Тенденции развития электронных компонентов	3		
<b>Итого: 85</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>59</b>

### 3.2 Лекции

**Лекция 1.** Основные понятия и определения нелинейных электрических цепей -2 часа  
(Цели и задачи курса, его связи с другими дисциплинами учебного плана. Понятие дБ. Применение дБ в радиотехнике и акустике Понятие нелинейных электрических цепей)

- Литература к лекции 1: [1-6]
- Лекция 2.** Расчет нелинейных электрических цепей - 2 часа  
Литература к лекции 2: [1-6]
- Лекция 3.** Общие сведения о аналоговых электронных устройствах - 2 часа  
(Определение усилительного устройства. Основные параметры усилителей)  
Литература к лекции 3: [1-6]
- Лекция 4.** Принципы функционирования простейших усилительных каскадов - 2 часа  
(Принцип электронного усиления. Усилительный каскад и его обобщенная схема. Понятие рабочей точки и динамической (нагрузочной) характеристики. Схемное построение простейших усилительных каскадов на биполярных транзисторах)  
Литература к лекции 4: [1-6]
- Лекция 5.** Анализ работы базовых усилительных каскадов в режиме малого сигнала - 2 часа  
(Критерии и особенности малосигнального режима работы усилительного устройства. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов. Сравнительный анализ базовых усилительных каскадов при разных способах подключения транзистора в схеме.)  
Литература к лекции 5: [1-6]
- Лекция 6.** - Обратные связи в трактах усиления - 2 часа  
(Основные определения и понятия, относящиеся к обратной связи (ОС) в схемотехнических устройствах: виды ОС; обобщенная структура схемы усилителя с внешней ОС; понятие положительной и отрицательной ОС; стойкость усилителя, охваченного ОС; основные критерии стойкости. Классификация ОС по способам введения и снятия ОС.)  
Литература к лекции 6: [1-6]
- Лекция 7.** Обратные связи в трактах усиления - 2 часа  
(Влияние отрицательной ОС на характеристики усилителя (коэффициент передачи; входные и выходные импедансы; частотную, фазовую и переходную характеристики, динамический диапазон и т.д. Анализ влияния температурных и других дестабилизирующих факторов на режим работы усилительного каскада по постоянному току. Схемы стабилизации.)  
Литература к лекции 7: [1-6]
- Лекция 8.** Схемотехника усилит. устройств на биполярных и полевых транзисторах - 2 часа  
(Усилительный каскад по схеме с общим эмиттером. Понятие о классах усиления. Методы стабилизации рабочей точки)  
Литература к лекции 8: [1-6]
- Лекция 9.** Схемотехника усилит. устройств на биполярных и полевых транзисторах - 2 часа  
(Усилительный каскад по схеме с общим истоком. Передаточная функция и схема замещения. Формирование частотной характеристики каскадов.)  
Литература к лекции 9: [1-6]
- Лекция 10.** Схемотехника усилит. устройств на биполярных и полевых транзисторах - 2 часа  
(Эмиттерный и истоковый повторитель. Источники постоянного тока и напряжения. Токовое зеркало)  
Литература к лекции 10: [1-6]
- Лекция 11.** Усилители мощности - 2 часа  
(Режим большого сигнала и основные требования к усилителям мощности (УМ). Однотактные бестрансформаторные и трансформаторная схемы УМ в режиме класса А: основные энергетические соотношения и сравнительный анализ.)  
Литература к лекции 11: [1-6]
- Лекция 12.** Усилители мощности - 2 часа  
(Энергетическая эффективность режимов с отсечкой выходного тока (режим класса В). Двухтактные схемы УМ в режиме класса В: нелинейные искажения и методы их уменьшения в УМ: режим класса АВ.)  
Литература к лекции 12: [1-6]
- Лекция 13.** Усилители постоянного тока - 2 часа  
(Дифференциальный каскад УПП. Понятие дифференциальных и синфазных сигналов. Коэффициент усиления и входные сопротивления для дифференциальных и синфазных сигна-

лов)

Литература к лекции 13: [1-6]

**Лекция 14.** Базовые схемные конфигурации - 2 часа

(Особенности схмотехники дифференциального каскада (ДК): принцип построения схемы «токового зеркала» и его основные свойства. Использование генераторов стабильного тока. ДК с несимметричным выходом без потери усиления. Пример схемной реализации усилительного тракта типа операционный усилитель)

Литература к лекции 14: [1-6]

**Лекция 15.** Интегральный операционный усилитель и его особенности - 2 часа

(Понятие идеального операционного усилителя (ОУ). Модели и обобщенные структурные схемы ОУ. Элементы схмотехники ОУ (дифференциальный каскад, генераторы стабильного тока и напряжения, выходные каскады). Основные параметры ОУ. Стойкость ОУ. Частотная коррекция и ее схмотехническое обеспечение)

Литература к лекции 15: [1-6]

**Лекция 16.** Функциональные устройства на ОУ - 2 часа

(Схемы включения ОУ. Инвертирующие и неинвертирующие усилители)

Литература к лекции 16: [1-6]

**Лекция 17.** Функциональные устройства на ОУ - 2 часа

(Многовходовой сумматор и дифференциальный усилитель на ОУ, дифференциатор, интегратор, схемы логарифмирования. Реализация аналоговых умножителей)

Литература к лекции 17: [1-6]

**Лекция 18.** Функциональные устройства на ОУ - 2 часа

(Нелинейные функциональные устройства на базе ОУ: амплитудные ограничители, выпрямитель и амплитудный детектор)

Литература к лекции 18: [1-6]

**Лекция 19.** Активные RC-фильтры - 2 часа

(Принципы и схемы построения частотно-селективных цепей с применением RC-цепей и усилительных элементов. Практическая реализация типовых цепей первого и второго порядков на базе ОУ)

Литература к лекции 19: [1-6]

**Лекция 20.** Устройства сравнения аналоговых сигналов - 2 часа

(Работа ОУ при большой амплитуде входного сигнала. Схемы сравнения. Интегральные компараторы.)

Литература к лекции 20: [1-6]

**Лекция 21.** Электронные схемы коммутации - 2 часа

(Общие сведения. Диодные ключи. Ключи на биполярных и полевых транзисторах)

Литература к лекции 21: [1-6]

**Лекция 22.** Триггерные и генераторные устройства - 2 часа

(Транзисторные триггеры. Мультивибраторы и принципы их функционирования)

Литература к лекции 22: [1-6]

**Лекция 23.** Триггерные и генераторные устройства - 2 часа

(Основы теории генераторов. Баланс фаз и баланс амплитуд.)

Литература к лекции 23: [1-6]

**Лекция 24.** Триггерные и генераторные устройства - 2 часа

(Автогенераторы гармонических колебаний)

Литература к лекции 24: [1-6]

**Лекция 25.** Тенденции развития электронных компонентов - 3 часа

Литература к лекции 24: [1-6, 11-14]

### 3.3 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.
----------	-------------	----------------

1	Исследование усилительного каскада сигналов переменного тока на биполярном транзисторе с общим эмиттером	4
2	Исследование усилительного каскада сигналов переменного тока на полевом транзисторе с общим истоком	4
3	Исследование резисторного каскада предварительного усилителя с цепью ООС	4
4	Исследование усилителя мощности	4
5	Исследование дифференциального каскада	2
6	Исследование функциональных устройств на базе ОУ (инвертирующий, неинвертирующий усилитель, сумматор, инструментальный усилитель)	4
7	Исследование активных фильтров	4
8	Исследование схем интеграторов и дифференциаторов на ОУ	4
9	Исследование схем RC-генераторов	4
<b>Итого</b>		<b>34</b>

### 3.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	26
2	Подготовка к лабораторным занятиям	24
3	Выполнение индивидуального задания	9
4	Выполнение курсового проекта	36
<b>Итого:</b>		<b>95</b>

### 3.6 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Тематика индивидуального задания связана с разработкой схемы электрической принципиальной аналогового устройства и последующим его макетированием.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

### 3.7 КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Задачей курсового проектирования является: систематизация и расширение знаний по курсу путём самостоятельного решения поставленной задачи; глубокое изучение специальных вопросов, связанных с разработкой усилителей низкой частоты; приобретение навыков работы с технической, в том числе и патентной, литературой; оформление технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

По выходным данным необходимо провести электрический расчет УЗЧ. Обязательным является применение методов компьютерного моделирования для определения общих характеристик разрабатываемого устройства.

## 4 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

В процессе изучения дисциплины применяются следующие виды контроля:

1) Текущее тестирование или текущий опрос по изученным темам программы. Текущее тестирование или текущий опрос проводится во время лекционных и лабораторных занятий, также учитывается качество и своевременность выполнения и сдачи соответствующей лабораторной работы.

2) Оценка качества и своевременность выполнения заданий, относящихся к соответствующей теме.

3) Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете (новая редакция)», утвержденном приказом ДонНТУ № 1006-14 от 01.12.2016 г.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины

## **5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Антипенский, Р.В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин ; Р.В. Антипенский, А.Г. Фадин. - М. : Техносфера, 2007. - 128с. + 1 CD-ROM. - 5 экз.
2. Гаврилов, С.А. Искусство ламповой схемотехники / С. А. Гаврилов ; С.А. Гаврилов. - СПб. : Наука и техника , 2012. - 304с. – 2 экз.
3. Полещук, В.И. Задачник по электротехнике и электронике / В. И. Полещук. - М. : ИЦ "Академия", 2007. - 224с. – 3 экз.
4. Ровдо, А.А. Схемотехника усилительных каскадов на биполярных транзисторах / А. А. Ровдо. - М. : Додэка-XXI, 2009. - 256с. - 1 экз.
5. Краснощекова, Г.Ф. Особенности проектирования электронных средств специального назначения [Электронный ресурс] : научно-образовательный модуль / Г. Ф. Краснощекова; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Самар. гос. аэрокосмич. ун-т им. акад. С.П. Королева (Нац. исследоват. ун-т). - 1 Мб. - Самара : [б.и.], 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.
6. Опадчий Ю.Ф., О.П.Глудкин, А.И.Гуров. Аналоговая и цифровая электроника./ Под ред. О.П.Глудкина. –М.:Горячая линия – Телеком, 2005.
7. Расчет электронных схем/ Под ред. Г.И.Изъюровой. М.: Высш. шк., 1987.

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ**

8. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов нормативной дисциплины "Аналоговые электронные устройства" = Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з нормативної дисципліни "Аналогові електронні пристрої" [Электронный ресурс] : галузь знань: 0509 Радіотехніка, радіоелектронні апарати та зв'язок : напрям підготовки: 6.050901 Радіотехніка : спеціалізація: Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси (РЕС) / Державний вищий навчальний заклад "Донецький національний технічний університет", Факультет радіотехніки і спеціальної підготовки ; ДВНЗ "ДонНТУ", Фак. радіотехніки і спец. підготовки, Каф. радіотехніки та захисту інформації ; уклад. А.Ю. Власенко. - 34 Мб. – Донецьк : ДВНЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. - Систем. требования: ZIP-архиватор.
9. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Аналоговая схемотехника» = Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Аналогова схемотехніка" [Электронный ресурс] / Державний вищий навчальний заклад "Донецький національний технічний університет", Кафедра електронної техніки ; ДВНЗ "ДонНТУ", Каф. електронної техніки ; уклад.: О.В. Вовна та ін. - (509Кб). - Донецьк : ДонНТУ, 2010. - 1 файл. - Систем. вимоги: Acrobat Reader.
10. Методические указания по выполнению лабораторных работ (в разработке).

### **Дополнительная литература (периодика)**

11. Известия вузов Сер. Радиоэлектроника (2007-2010)
12. Прикладная радиоэлектроника (2007 - 2013)
13. Радио (2008 - 2014)
14. Радиоаматор (2007 - 2010)

## **6 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук);



- комплект электронных презентаций.

**Практические занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук);
- комплект электронных презентаций.

**Лабораторные работы:**

- компьютерный класс с предустановленным ППП схемотехнического моделирования Multi-sim;
- учебная лаборатория.

Составитель рабочей программы: \_\_\_\_\_ Власенко А.Ю.  
(подпись)