

**Компонент ОПОП 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**  
**Специализация Радиоэлектронные системы управления и передачи информации**  
наименование ОПОП

**Б1.О.19**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Схемотехника аналоговых электронных устройств**

---

Разработчик (и):

Шульженко А.Е.  
ФИО

старший преподаватель  
должность

Утверждено на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ радиотехники и связи \_\_\_\_\_  
наименование кафедры

протокол № 8 от 06.03.2024 года \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой радиотехники и связи



подпись

\_\_\_Л.Ф. Борисова\_\_\_  
ФИО

**Мурманск  
2024**

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 7 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине (модулю)**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-5</b> Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 опк-5 Проводит расчет по типовым методикам узлов РЭС и представляет результаты расчетов по требованиям ГОСТ	<b>Знать:</b> основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. <b>Уметь:</b> применять информационные технологии для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники <b>Владеть:</b> Владеет способами применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники
<b>ОПК-6</b> Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ	ИД-1 опк-6 Анализирует существующую элементную базу при проведении НИОКР	<b>Знать:</b> современные тенденции развития электроники <b>Уметь:</b> использовать комплексный подход в своей деятельности <b>Владеть:</b> способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач

2. **Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Основные технические показатели аналоговых электронных устройств** Основные определения и классификация аналоговых электронных устройств. Принципы построения аналоговых электронных устройств. Основные энергетические показатели усилителя и количественная оценка усиления. Искажения, вносимые усилителем. Частотные и фазочастотные искажения. Переходные и нелинейные искажения. Помехи и шумы

**Тема 2. Обратные связи в усилителях.** Виды обратных связей. Влияние ООС на стабильность коэффициента усиления. Влияние ООС на нелинейные искажения. Влияние ООС на величину входного и выходного сопротивлений усилителя. Амплитудно-частотная характеристика усилителя с усилительного каскада с ОС

**Тема 3. Работа транзистора при больших уровнях сигнала** Построение динамических характеристик. Выходная динамическая характеристика. Входная

динамическая характеристика. Проходная и сквозная динамические характеристики. Режимы работы транзистора

**Тема 4. Обеспечение исходного режима работы транзисторов.** Основные способы осуществления исходного режима транзистора. Дестабилизирующие факторы. Стабилизация исходного режима. Коллекторная стабилизация Эмиттерная стабилизация

**Тема 5. Каскады предварительного усиления.** Резистивный каскад ОЭ. Резистивный каскад ОЭ с неблокированным сопротивлением в цепи эмиттера. Эмиттерный повторитель. Усилительные каскады на полевых транзисторах

**Тема 6. Оконечные усилительные каскады.** Однотактный каскад окончного усиления. Двухтактные оконечные каскады. Трансформаторный выходной каскад в режиме класса А. Трансформаторный выходной каскад в режимах В и АВ. Влияние трансформатора на частотную характеристику усилителя. Бестрансформаторные выходные каскады. Выходные каскады в режиме класса В. Выходной каскад в режиме класса АВ. Температурная стабилизация исходного режима мощных оконечных транзисторов

**Тема 7 Широкополосные усилители.** Особенности формирования АЧХ широкополосных усилителей. Схемы высокочастотной коррекции.

Схема низкочастотной коррекции.

**Тема 8 Операционные усилители.** Дифференциальный усилительный каскад. Стабилизаторы тока Операционный усилитель.

Основные параметры и типовые схемы включения операционных усилителей

**Тема 9 Примеры применения операционных усилителей.** Инвертирующий усилитель постоянного тока. Не инвертирующий усилитель постоянного тока. Дифференциальный УПТ. Аналоговый сумматор. Аналоговый интегратор. Усилители переменного напряжения. Усилители с токовым выходом. Усилители тока. Преобразователи сопротивления в напряжение

**Тема 10. Генераторы сигналов на ОУ.** Структурная схема генератора. Условия баланса фаз и амплитуд. Кварцевая стабилизация частоты. Релаксационные генераторы. Генераторы синусоидальных колебаний

**Тема 11. Активные электрические фильтры на ОУ.** Фильтры нижних частот. Фильтры верхних частот. Полосовые фильтры. Полосно-подавляющие фильтры. Реализация фильтров на ОУ.

**Тема 12. Стабилизаторы постоянного напряжения.** Классификация стабилизаторов постоянного напряжения. Параметрический стабилизатор напряжения на кремниевом стабилитроне. Источник опорного напряжения. Компенсационный стабилизатор напряжения. Стабилизатор на операционном усилителе с ограничением выходного тока

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;

- методические указания к выполнению лабораторных, практических и контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);

- задания текущего контроля;

- задания промежуточной аттестации;

- задания внутренней оценки качества образования.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

***Основная литература:***

1. Павлов, В.Н., Ногин В.Н.Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов – 3-е изд., исправ. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 320 с.: ил.

***Дополнительная литература***

1. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. 3-е изд. стер. / Волович Г. И. — М. : Додэка-XXI, 2011. — 528 с. : ил. — (Серия «Схемотехника»). Режим доступа : <http://www.byzanteen.com/volovich-g-i-sxemotexnika-analogovyx-i-analogo-cifrovux-elektronnyx-ustrojstv>.

2. Методы проектирования электронных устройств / А.Б. Шеин , Н.М. Лазарева. – Москва : Инфра-Инженерная , 2011. – 456 с.

3. Учебно-методическое пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств». Ч. 1 / ЮФУ, ИТА, ИРСУ, Каф. РПрУиТВ ; сост. А. В. Кравец. - Таганрог : Изд-во ЮФУ, 2016. - 96 с.

4. Учебно-методическое пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств». Ч. 2 / ЮФУ, ИТА, ИРСУ, Каф. РПрУиТВ ; сост. А. В. Кравец. - Таганрог : Изд-во ЮФУ, 2016. - 80 с.

5. Галочкин, В.А.«Схемотехника аналоговых и цифровых устройств». Учебное пособие. Под редакцией д.т.н., профессора Елисеева С.Н. - Самара: ФГОБУ ВПО ПГУТИ 2016г- 441с.

6. Схемотехническое проектирование элементов аналоговых устройств : учеб. пособие / Глушко А. А., Гладких А. А., Семенцов С. Г. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. - 71 с. : ил. - Библиогр.: с. 67-68.

**6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1) *Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»*\_- URL: <http://window.edu.ru>

**7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*

**8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения										
	Очная				Очно-заочная				Заочная		
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс		Всего часов
	5	6							4	5	
Лекции	16	22		38							
Практические занятия	14	14		28							
Лабораторные работы	14	14		28							
Самостоятельная работа	64	60		124							
Подготовка к промежуточной аттестации		36									
<b>Всего часов по дисциплине</b>				<b>252</b>							
/ из них в форме практической подготовки				56							

### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-	+							-	+		-
Зачет/зачет оценкой	+	-							+	-		-
Курсовая работа (проект)	+	-							+	-		-
Количество расчетно-графических работ	-	1							-	1		
Количество контрольных работ	-											-
Количество рефератов	-											-
Количество эссе	-											-

### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п\п	Темы лабораторных работ
<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>Очная форма</b>
1.	Исследование работы биполярного транзистора в ключевом режиме
2.	Исследование усилителей с обратной связью
3.	Исследование резисторного каскад предварительного усиления

4.	Исследование искажений вносимых усилителем
5.	Исследование двухтактного усилительного каскада
6.	Исследование схем инвертирующих и неинвертирующих усилителей и сумматора на ОУ
7.	Исследование интегратора, дифференцирующего и избирательного усилителей
8.	Исследование фильтров нижних и высоких частот на базе операционного усилителя
9.	Исследование схем электронных генераторов. RC – генераторы
10.	Исследование импульсных стабилизаторов напряжения

### Перечень практических работ по формам обучения

№ п\п	Темы практических работ
<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>Очная форма</b>
1.	Качественные показатели аналоговых электронных устройств (линейные параметры). Качественные показатели аналоговых электронных устройств (амплитудная характеристика, нелинейные искажения, динамический диапазон)
2.	Обратные связи в усилителях
3.	Режим работы транзисторов, его стабилизация и динамические характеристики
4.	Реостатный каскад на биполярном транзисторе
5.	Реостатный каскад на полевом транзисторе
6.	Операционные усилители и их применение
7.	Селективные усилители и генераторы синусоидальных напряжений
8.	Импульсные устройства на основе микросхем ОУ