

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радионавигационные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.29</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>6 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 109,5 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2019**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Филатов В. А.
	Идентификатор	Rc647a759-FilatovVA-e4fa24a1

(подпись)


В.А. Филатов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af188


(подпись)

П.С. Остапенков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафин А.Р.
	Идентификатор	Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814

(подпись)

А.Р. Сафин

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов расчета и проектирования аналоговых радиоэлектронных узлов с использованием транзисторов и операционных усилителей

### Задачи дисциплины

- освоение методов расчета, анализа и оптимизации при проектировании линейных аналоговых узлов на транзисторах и операционных усилителях;
- формирование навыков экспериментального измерения характеристик аналоговых устройств и определения их параметров.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Знает современное состояние области профессиональной деятельности	знать: - современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств, и тенденции их развития.  уметь: - осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств.
ОПК-3 способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Использует методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств	знать: - основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов.  уметь: - применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования аналоговых электронных устройств; - выполнять расчет и схемотехническое моделирование аналоговых устройств.
ОПК-4 способен проводить	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает способы и средства измерений и	уметь: - проводить экспериментальные исследования радиоэлектронных

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	проводит экспериментальные исследования	устройств при помощи измерительных приборов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радионавигационные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные модели функциональных блоков и компонентов радиоэлектронных схем
- уметь использовать специализированную программу функционального и схемотехнического моделирования семейства SPICE – MicroCAP
- уметь выполнять расчет и моделирование радиоэлектронных устройств

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	17	6	4	-	4	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения об аналоговых электронных устройствах" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 4-7, п.2.1, п.2,2	
1.1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	17		4	-	4	-	-	-	-	-	9	-		
2	Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев	22		4	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения задачи проектирования двухкаскадного усилителя на биполярных и полевых транзисторах по разделу "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по индивидуальному варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие варианты: 1. каскад ОК-ОЭ, $E_p=+12$ В, $R_{пот} < 60$ мВт, БТ КТ315Д, КТ3101А, $K_o=50$ , $F_n < 100$ Гц, $R_n=4.7$ кОм 2. каскад ОИ-ОЭ, $E_p=+6$ В, $R_{пот} < 80$ мВт, ПТ 2П307Г, БТ КТ3102Д, $K_o=30$ , $F_n < 20$ Гц, $R_n=2.0$ кОм 3. каскад ОБ-ОЭ, $E_p=-15$ В, $R_{пот} < 40$ мВт, БТ 2Т313А, КТ357А $K_o=30$ , $F_n < 250$ Гц, $R_n=4.0$ кОм
2.1	Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев	22		4	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	



														[5], 5-23
3	Обратные связи в трактах усиления	22	4	4	4	-	-	-	-	-	10	-		<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Обратные связи в трактах усиления"
3.1	Обратные связи в трактах усиления	22	4	4	4	-	-	-	-	-	10	-		<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Обратные связи в трактах усиления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задание ориентировано на решение вопросов по разделу "Обратные связи в трактах усиления". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту индивидуального задания и сделать выводы. В качестве задания рассматриваются следующие вопросы: влияние обратных связей на усиление, стабильность, входное и выходное сопротивление, нелинейные искажения и устойчивость усилителя. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Обратные связи в трактах усиления" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. Схемы усилительных каскадов с обратными связями. Виды ООС. Влияние на выходные параметры. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к

														<p>контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Обратные связи в трактах усиления" материалу.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[3], стр. 82-101 [4], п.3 [5], 49-64</p>
4	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	24	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], стр 4-27 [3], стр 123-134</p>	
4.1	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	24	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<p>на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], стр 4-27 [3], стр 123-134</p>	
5	Операционные усилители и функциональные устройства на их	45	10	-	10	-	-	-	-	-	25	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание</p>	





														[5], 65-93
6	Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах	14	2	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Анализ шумовых свойств и нелинейных искажений разработанного фильтра</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 299-306 [6], 41-57</p>
6.1	Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах	14	2	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	28	12	28	-	2	-	-	0.5	76	33.5		
	Итого за семестр	180.0	28	12	28	2	-	-	0.5	109.5				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Общие сведения об аналоговых электронных устройствах

#### 1.1. Общие сведения об аналоговых электронных устройствах

Общие сведения об аналоговых электронных устройствах (АЭУ). Принципы их построения. Особенности функционирования и область применения. Параметры и характеристики АЭУ..

### 2. Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев

#### 2.1. Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев

Усилительное звено и его обобщенная схема. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов, принципы их использования при анализе усилительных звеньев. Идеальные управляемые источники. Передаточные, входные и выходные параметры типовых усилительных звеньев при различных способах включения транзистора в схему. Нелинейные искажения в усилительных устройствах на транзисторах..

### 3. Обратные связи в трактах усиления

#### 3.1. Обратные связи в трактах усиления

Структурная схема идеального управляемого источника с однопетлевой отрицательной обратной связью (ООС) и ее использование для анализа влияния ООС на параметры и характеристики усилителя. Стабилизирующее влияние ООС на характеристики усилителя при вариации нагрузки, разбросе номиналов элементов схемы и изменении температуры окружающей среды..

### 4. Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока

#### 4.1. Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока

Дифференциальный усилительный каскад, его основные свойства и схемные реализации. Схемы сдвига уровня, источники опорного напряжения и тока. Использование дифференциальных усилительных каскадов в режиме регулируемого усиления и перемножителях..

### 5. Операционные усилители и функциональные устройства на их основе

#### 5.1. Операционные усилители и функциональные устройства на их основе

Операционный усилитель (ОУ) и его свойства. Принципы схемной организации процедур обработки сигналов в усилительных и функциональных звеньях на ОУ. Влияние неидеальности параметров реальных ОУ на характеристики функциональных устройств. Избирательные устройства на основе ОУ. Синтез фильтров высокого порядка каскадным и некаскадными методами с использованием идентичных базовых звеньев..

### 6. Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах

#### 6.1. Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах

Шумы усилительного тракта. Нелинейные искажения. Методы расчета и анализа шумовых параметров усилительных схем. Способы повышения динамического диапазона..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Звенья первого порядка на ОУ и RC - элементах. Инвертирующие интегратор и дифференциатор. Неинвертирующие интегратор и дифференциатор;
2. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель, повторитель, инвертор, дифференциальный усилитель. Расчет параметров  $K_0$  и  $f_v$ ;
3. Интегральные ОУ. Основные характеристики ОУ типа ИНУН. Граф проводимости ОУ типа ИНУН. Усилители на ОУ;
4. Дифференциальный каскад и его характеристики. Усилитель, ограничитель, перемножитель на ДК;
5. Обратные связи в усилителях на БТ и ПТ. Влияние на выходные параметры и характеристики. Приближение к управляемым источникам;
6. Многокаскадные усилители на БТ и ПТ. Определение коэффициента усиления, входного и выходного сопротивлений методом графов;
7. Усилительное звено и его обобщенная схема. Рабочая точка, расчет усилительного звена ОЭ (ОИ) по постоянному току. Интегрирующая и дифференцирующая цепь в частотной и во временной области;
8. Анализ широкополосного усилительного каскада с ОК (ОС для ПТ) в частотной области и во временной области. Влияние разделительных и блокировочных конденсаторов на параметры АЧХ и искажения формы прямоугольного импульса;
9. Анализ широкополосного усилительного каскада с ОЭ и ОБ (ОИ для ПТ) в частотной области. Схема замещения в области НЧ и области СЧ-ВЧ.;
10. Звенья 2-го порядка на ОУ;
11. Синтез фильтров высокого порядка на ОУ на идентичных звеньях;
12. Шумовые и нелинейные свойства схем фильтров;
13. Графы проводимости и сигнальные графы. Определение функций передачи усилительных схем по сигнальному графу;
14. Синтез фильтров высокого порядка на ОУ. Параметры фильтров.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ УСИЛИТЕЛЯ;
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ И ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИК УСИЛИТЕЛЯ;
3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВХОДНОГО И ВЫХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЙ УСИЛИТЕЛЯ.

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Общие сведения об аналоговых электронных устройствах"
2. Обсуждение материалов по разделу "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев"
3. Обсуждение материалов по разделу "Обратные связи в трактах усиления"
4. Обсуждение материалов по разделу "Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока"
5. Обсуждение материалов по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе"

6. Обсуждение материалов по разделу "Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обратные связи в трактах усиления"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Операционные усилители и функциональные устройства на их основе"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
современные схемные решения, применяемые при практической реализации аналоговых электронных устройств, и тенденции их развития	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>						+	Тестирование/Контрольная работа № 2 «Расчет функциональных узлов на ОУ»
основные принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub>	+	+					Тестирование/Контрольная работа № 1 «Расчет параметров транзисторных усилителей»
<b>Уметь:</b>								
осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>	+	+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 «Экспериментальное исследование амплитудной характеристики, входного и выходного сопротивлений усилителя»
выполнять расчет и схемотехническое моделирование аналоговых устройств	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub>			+	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 «Экспериментальное исследование амплитудно-частотной и переходной характеристики усилителя» Расчетно-графическая работа/Контроль выполнения расчётного задания №1: «Расчет параметров транзисторного каскада»
применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования аналоговых электронных устройств	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub>						+	Расчетно-графическая работа/Контроль выполнения расчётного задания №2 «Расчет функциональных устройств на базе операционного усилителя»
проводить экспериментальные исследования радиоэлектронных устройств при помощи измерительных приборов	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>				+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 «Экспериментальное исследование влияния отрицательных обратных связей на характеристики усилителя»

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **6 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа № 1 «Расчет параметров транзисторных усилителей» (Тестирование)
2. Контрольная работа № 2 «Расчет функциональных узлов на ОУ» (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Контроль выполнения расчётного задания №1: «Расчет параметров транзисторного каскада» (Расчетно-графическая работа)
2. Контроль выполнения расчётного задания №2 «Расчет функциональных устройств на базе операционного усилителя» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 «Экспериментальное исследование амплитудной характеристики, входного и выходного сопротивлений усилителя» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 «Экспериментальное исследование амплитудно-частотной и переходной характеристики усилителя» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 3 «Экспериментальное исследование влияния отрицательных обратных связей на характеристики усилителя» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №6)

по положению о промежуточной аттестации

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Амелина М. А., Амелин С. А.- "Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (632 с.) <https://e.lanbook.com/book/153923>;
2. Богатырев, Е. А. Микроэлектронные аналоговые устройства : Учебное пособие по курсу "Схемотехника аналоговых электронных устройств" по направлению "Радиотехника" / Е. А. Богатырев, Э. Л. Муро ; Ред. Ю. В. Шаров ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 124 с. - ISBN 5-7046-0689-X .;
3. Богатырев, Е. А. Схемотехника аналоговых электронных устройств : Учебное пособие по курсу "Схемотехника аналоговых электронных устройств" направления "Радиотехника" / Е.

А. Богатырев, Э. Л. Муро, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 136 с. - ISBN 5-7046-0950-3 .;

4. Богатырев, Е. А. Учебное пособие по курсам "Аналоговые электронные устройства" и "Аналоговые микроэлектронные устройства": Задачи по микроэлектронным цепям / Е. А. Богатырев, В. И. Капустян ; Ред. Э. Л. Муро ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1989 . – 62 с.;

5. Схемотехника широкополосных усилителей и избирательных устройств : учебное пособие по курсу "Схемотехника аналоговых электронных устройств" и "Узлы и элементы биотехнических систем" по направлениям подготовки бакалавров 11.03.01 "Радиотехника", 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и специалистов 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Ю. А. Гребенко, В. А. Филатов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 . – 96 с. - ISBN 978-5-7046-2659-6 . [http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12079](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12079);

6. Богатырев, Е. А. Схемотехническое и функциональное моделирование радиоэлектронных устройств в программе Micro-CAP : учебное пособие по курсу "основы компьютерного проектирования радиоэлектронных средств" для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 11.03.01 "Радиотехника" и специалистов 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Е. А. Богатырев, В. А. Филатов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-2387-8 . [http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11539](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11539).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Acrobat;
4. Deep Freeze;
5. Майнд Видеоконференции;
6. Dr.Web;
7. Micro-Cap.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;  
<http://docs.cntd.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска



		маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-704/11, Учебная лаборатория РПУ каф. "Форс"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, телевизор, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-704/11, Учебная лаборатория РПУ каф. "Форс"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, телевизор, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-704/11, Учебная лаборатория РПУ каф. "Форс"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, телевизор, учебно-наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-703/1, Кабинет сотрудников	стеллаж, стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-420/1, Помещение кафедры ФОРС	стеллаж

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Схемотехника аналоговых электронных устройств

(название дисциплины)

#### 6 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 1 «Расчет параметров транзисторных усилителей» (Тестирование)
- КМ-2 Защита лабораторной работы № 1 «Экспериментальное исследование амплитудной характеристики, входного и выходного сопротивлений усилителя» (Лабораторная работа)
- КМ-3 Контроль выполнения расчётного задания №1: «Расчет параметров транзисторного каскада» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы № 2 «Экспериментальное исследование амплитудно-частотной и переходной характеристики усилителя» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Контрольная работа № 2 «Расчет функциональных узлов на ОУ» (Тестирование)
- КМ-6 Контроль выполнения расчётного задания №2 «Расчет функциональных устройств на базе операционного усилителя» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Защита лабораторной работы № 3 «Экспериментальное исследование влияния отрицательных обратных связей на характеристики усилителя» (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	8	9	11	12	13	14
1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах								
1.1	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах		+	+					
2	Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев								
2.1	Принципы построения и анализ работы типовых усилительных звеньев		+	+					
3	Обратные связи в трактах усиления								
3.1	Обратные связи в трактах усиления				+	+			
4	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока								
4.1	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока				+	+			+
5	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе								

5.1	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе					+		
6	Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах							
6.1	Анализ шумов и нелинейных искажений в усилительных устройствах						+	
Вес КМ, %:		15	10	20	10	20	15	10