

**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: Радиоэлектронные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЕЙ**

<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.25</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 5; 6 семестр - 2; всего - 7</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>5 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 2 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 30 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 113,5 часов; 6 семестр - 39,7 часа; всего - 153,2 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>6 семестр - 39,7 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>6 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа; всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чеченя С.А.
	Идентификатор	Rd31a545a-ChecheniaSA-8714ed2

С.А. Чеченя

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякова А.Ю.
	Идентификатор	R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7

А.Ю. Сизякова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

А.Р. Сафин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение особенностей использования активных элементов в радиоэлектронных устройствах.

### Задачи дисциплины

- приобретение навыков построения и использования разных моделей пассивных и активных компонентов при синтезе и анализе базовых ячеек функциональных узлов радиоэлектронных устройств;

- приобретение навыков экспериментального исследования режимов полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов.

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-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-1 <sub>ОПК-3</sub> Знает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования	знать: - типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах; - основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата.  уметь: - решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей с различными моделями полупроводниковых активных приборов.
ОПК-4 способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub> Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	уметь: - экспериментально определять основные характеристики и параметры широко применяемых нелинейных компонентов и активных приборов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиозлектронные 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 определения, топологические параметры и методы расчета электрических цепей, фундаментальные законы и математические модели цепей, методы расчета характеристик линейных цепей переменного тока и цепей с нелинейными элементами
- уметь проводить анализ и расчет линейных цепей переменного тока, анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами
- уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин рассчитывать и экспериментально определять режимы и характеристики линейных цепей, использовать основные приемы обработки экспериментальных данных, давать качественную физическую трактовку полученным результатам
- уметь пользоваться методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования электрических цепей; основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.
- уметь использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования электрических цепей
- уметь использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

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 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ 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	Базовые ячейки электроники и микроэлектроники. Классификация режимов электронных приборов в функциональных узлах.	3	5	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 15-26
1.1	Базовые ячейки электроники и микроэлектроники. Классификация режимов электронных приборов в функциональных узлах.	3		1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
2	Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала	26		2	4	4	-	-	-	-	-	-	16	
2.1	Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала	26	2	4	4	-	-	-	-	-	-	16	-	

																	<p>Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</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 "Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Статические режимы в диодных</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

													цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: расчет постоянных токов и напряжений, коэффициента передачи малого сигнала и коэффициента стабилизации в стабилизаторах напряжений на прямой и обратной ветвях ВАХ диодов. Расчет цепи согласования уровней <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 7-11 [4], 25-76
3	Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 25-48 [5], 4-15
3.1	Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 25-48 [5], 4-15
4	Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах	40	12	4	6	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по
4.1	Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах	40	12	4	6	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по

	транзисторах																		<p>разделу "Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: расчет параметров стационарных режимов в усилителях с общим истоком на полевых транзисторах, влияние питающих напряжений, методы стабилизации положения рабочей точки, построение передаточной характеристики</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</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 ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>
--	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



														необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 28-33 [6], 26-85
5	Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах	60	12	8	6	-	-	-	-	-	34	-	<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 "Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах" материалу.	
5.1	Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах	60	12	8	6	-	-	-	-	-	34	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <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 ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах и подготовка к контрольной работе	

													<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчет элементов схемы усилителей со стабилизацией положения рабочей точки на биполярном транзисторе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 34-45 [3], 6-24</p>
6	Ключевые каскады и простейшие логические элементы	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Ключевые каскады и простейшие логические элементы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 157-177 [6], 86-104</p>
6.1	Ключевые каскады и простейшие логические элементы	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16	2	-	-	-	0.5	113.5		
	Курсовой проект (КП)	72.0	6	-	-	-	28	-	4	-	0.3	39.7	-
	Всего за семестр	72.0	-	-	-	-	28	-	4	-	0.3	39.7	-
	Итого за семестр	72.0	-	-	-	-	28	-	4	-	0.3	39.7	-
	ИТОГО	252.0	-	32	16	16	30	-	4	-	0.8	153.2	

**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. Базовые ячейки электроники и микроэлектроники. Классификация режимов электронных приборов в функциональных узлах.

1.1. Базовые ячейки электроники и микроэлектроники. Классификация режимов электронных приборов в функциональных узлах.

Электронно-дырочный переход, область пространственного заряда, энергетическая диаграмма, контактная разность потенциалов. Транспортные потоки носителей заряда через p-n переход. Влияние приложенного напряжения. Инжекция и экстракция.. Вольт-амперная характеристика перехода, тепловой ток, зависимость от температуры и степени легирования областей.. Пробой перехода, виды пробоев.. Барьерная и диффузионная емкости.. Модели диодов для использования в компьютерных технологиях.

#### 2. Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала

2.1. Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала

Статические характеристики и модели п/п диодов. Идеальный и реальный п/п диоды.. Диодные стабилизаторы напряжения. Назначение и основные характеристики стабилизатора напряжения. Стабилизатор напряжения на прямой ветви ВАХ п/п диода.. Преобразование малых изменений входного напряжения на выход диодного стабилизатора напряжения. Малосигнальная эквивалентная схема диодного стабилизатора напряжения. Стабилизатор напряжения на обратной ветви ВАХ п/п диода.. Цепи согласования уровней постоянных напряжений в смежных каскадах. Выпрямители переменного напряжения и амплитудные детекторы..

#### 3. Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества

3.1. Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества  
Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества..

#### 4. Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах

4.1. Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах

Классификация ПТ. Статические ВАХ и их аппроксимации, модели ПТ. Влияние температуры на статические ВАХ ПТ. Малосигнальная эквивалентная схема ПТ для низких частот.. Резистивный усилительный каскад с включением ПТ по схеме с общим истоком. Схема каскада, принцип действия. Коэффициент усиления малого сигнала на средних частотах. Влияние сопротивления нагрузки и напряжений питания на коэффициент усиления на средних частотах. Использование нелинейной нагрузки для увеличения коэффициента усиления на средних частотах.. Анализ работы каскада с общим истоком на умеренно высоких частотах. Верхняя граничная частота полосы усиления такого каскада по напряжению. Связь между коэффициентом усиления на средних частотах и верхней граничной частотой полосы сквозного усиления по напряжению. Понятие о площади усиления. Входная проводимость резистивного усилительного каскада по схеме с общим истоком.. Стабилизация рабочей точки ПТ в усилителях малого сигнала по схеме с общим истоком. Усиление большого сигнала при работе каскада с общим истоком на средних частотах. Оценка и минимизация нелинейных искажений.. Резистивный усилительный каскад с включенным ПТ по схеме с общим стоком (истоковый повторитель). Схема с общим стоком. Коэффициент усиления малого сигнала на средних частотах. Усиление большого

сигнала каскадом с общим стоком на средних частотах. Построение передаточной характеристики по напряжению. Анализ работы каскада с общим стоком на умеренно-высоких частотах. Верхняя частота полосы пропускания каскада. Входная и выходная проводимости.. Резистивный усилительный каскад с включением ПТ по схеме с общим затвором. Коэффициент усиления малого сигнала на средних частотах. Входная и выходная проводимости. Усиление большого сигнала каскадом с общим затвором на средних частотах. Передаточная характеристика каскада по напряжению. Работа каскада с общим затвором на умеренно-высоких частотах, частотные зависимости коэффициента усиления. Сравнение каскадов с различными способами включения ПТ..

### 5. Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах

#### 5.1. Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах

Статические характеристики, параметры, малосигнальные эквивалентные схемы БТ.. Резистивный усилительный каскад с включением БТ по схеме с общим эмиттером. Схема. Принцип действия. Выбор рабочей точки. Коэффициент усиления малого сигнала на средних частотах. Анализ работы каскада с общим эмиттером на умеренно-высоких частотах. Верхняя граничная частота полосы усиления. Входная проводимость.. Методы стабилизации рабочей точки БТ в каскаде с общим эмиттером. Передаточная характеристика по напряжению каскада с общим эмиттером.. Резистивный каскад с БТ, включенным по схеме с общим коллектором. Эмиттерный повторитель. Схема. Коэффициент передачи по напряжению на средних частотах. Входная и выходная проводимости. Работа каскада с общим коллектором на умеренно-высоких частотах. Верхняя граничная частота коэффициента передачи каскада по напряжению.. Преобразование больших сигналов каскадом с общим коллектором. Передаточная характеристика каскада по напряжению..

### 6. Ключевые каскады и простейшие логические элементы

#### 6.1. Ключевые каскады и простейшие логические элементы

Ключевые каскады и простейшие логические элементы на МОП-транзисторах. Ключевые каскады (инверторы). Квазистатический анализ. Переходные процессы в МОП-инверторах.. Простейшие логические элементы на КМОП структурах.. Ключевые каскады и простейшие логические элементы на БТ. Ключевой каскад (инвертор) на БТ с резистивной нагрузкой. Квазистатический анализ. Переходные процессы в резистивном инверторе на БТ.. Простейшие логические элементы на БТ..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Диодные стабилизаторы напряжения на обратной ветви ВАХ диодов;
2. Расчет основных характеристик усилителя с общим эмиттером с цепью эмиттерного автосмещения. Анализ влияния разброса  $h_{21э}$  и температуры. Расчет АЧХ каскада;
3. Усиление больших сигналов базовыми усилительными каскадами на полевых транзисторах. Методы расчета напряжений и токов в рабочих состояниях ключевых схем на полевых транзисторах.;
4. Расчет цепей питания, стабилизации рабочей точки и основных характеристик усилителя низкой частоты с общим эмиттером. Влияние питающих напряжений;
5. Расчет цепей питания, стабилизации рабочей точки и основных характеристик усилителя низкой частоты с общим истоком. Влияние питающих напряжений;
6. Диодные стабилизаторы на прямой ветви ВАХ диодов;
7. Расчет цепей стабилизации рабочей точки в усилителе с общим истоком.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты;
2. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты;
3. Усилитель низкой частоты на ПТ по схеме с общим истоком;
4. Простейшие диодные выпрямители..

### 3.5 Консультации

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

1. Консультации направлены на выполнение разделов расчетного задания. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества"
3. Консультации направлены на выполнение разделов расчетного задания. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах.
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ключевые каскады и простейшие логические элементы"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 6 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Проектирование многокаскадного резистивного широкополосного усилителя на биполярных транзисторах.

#### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 10	11 - 13	14 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	5	25	20	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	5	30	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет сквозного коэффициента усиления, разработка структурной схемы многокаскадного усилителя
2	Расчет многокаскадного усилителя по постоянным и малым переменным сигналам
3	Расчет цепи обратной связи
4	Расчет АЧХ усилителя
5	Оформление КП

### 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>								
основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub>	+	+		+			Лабораторная работа/ЛР №2.1. Расчет диодных схем Расчетно-графическая работа/РЗ №2.1. Расчет параметров схемы простейшего источника питания.
типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub>				+	+	+	Контрольная работа/КР №2.1. Усилители малого сигнала на полевых транзисторах Лабораторная работа/ЛР №2.2. Усилитель низкой частоты на полевом транзисторе Лабораторная работа/ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты Лабораторная работа/ЛР №2.4. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты Расчетно-графическая работа/РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики
<b>Уметь:</b>								
решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей с различными моделями полупроводниковых активных приборов	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub>				+	+	+	Лабораторная работа/ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты Лабораторная работа/ЛР №2.4. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты



								Расчетно-графическая работа/РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики
экспериментально определять основные характеристики и параметры широко применяемых нелинейных компонентов и активных приборов	ИД-3 <sub>ОПК-4</sub>			+				Контрольная работа/КР №2.1. Усилители малого сигнала на полевых транзисторах Лабораторная работа/ЛР №2.2. Усилитель низкой частоты на полевом транзисторе

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

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

###### **5 семестр**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. ЛР №2.2. Усилитель низкой частоты на полевом транзисторе (Лабораторная работа)
2. ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты (Лабораторная работа)
3. ЛР №2.4. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты (Лабораторная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. ЛР №2.1. Расчет диодных схем (Лабораторная работа)
2. РЗ №2.1. Расчет параметров схемы простейшего источника питания. (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. КР №2.1. Усилители малого сигнала на полевых транзисторах (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

###### Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

###### Курсовой проект (КП) (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

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

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

1. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В.- "Физические основы электроники", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (560 с.)

[https://e.lanbook.com/book/168522;](https://e.lanbook.com/book/168522)

2. Коптев, Г. И. Характеристики и основы применения полупроводниковых диодов и транзисторов: : лабораторный практикум по курсам "Электроника", "Физические процессы в электронных цепях" и др. / Г. И. Коптев, Т. И. Болдырева, Е. М. Дроздова, Нац. исслед. ун-т

"МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 48 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9186>;

3. Кулешов, В. Н. Базовые ячейки функциональных узлов радиоэлектронных устройств на биполярных транзисторах. Конспект лекций : учебное пособие по курсу "Физические процессы в электронных цепях" по направлению "Радиотехника" / В. Н. Кулешов, Т. И. Болдырева, М. В. Васильев ; Ред. В. Н. Кулешов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 180 с. - ISBN 978-5-383-00430-2 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=3139>;

4. Кулешов, В. Н. Базовые ячейки функциональных узлов радиоэлектронных устройств на полупроводниковых диодах: Конспект лекций : Учебное пособие по курсу "Электроника" по направлениям 552500 и 654200 "Радиотехника" / В. Н. Кулешов, Т. И. Болдырева, М. В. Томашевская ; Ред. В. Н. Кулешов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 88 с. - ISBN 5-7046-0867-1 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4423>;

5. Болдырева, Т. И. Проектирование широкополосных резистивных усилителей : практикум по курсу "Электроника" по направлению 11.03.01 "Радиотехника" и специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Т. И. Болдырева, Е. М. Торина, В. Н. Кулешов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-2214-7 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10867>;

6. Болдырева, Т. И. Основы схемотехники устройств на полевых транзисторах : учебное пособие по курсам "Электроника", "Электроника и электротехника, часть II" и "Физические процессы в электронных цепях" по направлениям 11.03.01 "Радиотехника", 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Т. И. Болдырева, В. Н. Кулешов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 108 с. - ISBN 978-5-7046-2185-0 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11099>.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Acrobat Reader;
6. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

## **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>

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

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	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	Б-318, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-704/2, Учебная лаборатория ЭЦ каф. "ФОРС"	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, лабораторный стенд, компьютер персональный, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-704/2, Учебная лаборатория ЭЦ каф. "ФОРС"	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, вешалка для одежды, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, лабораторный стенд, компьютер персональный, 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-703/9, Кабинет сотрудников каф. "ФОРС"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, стол письменный, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-703/10, Помещение для хранения оборудования, наглядных пособий	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер, книги, учебники, пособия

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы электронных цепей

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 ЛР №2.1. Расчет диодных схем (Лабораторная работа)  
 КМ-2 ЛР №2.2. Усилитель низкой частоты на полевом транзисторе (Лабораторная работа)  
 КМ-3 РЗ №2.1. Расчет параметров схемы простейшего источника питания. (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-4 КР №2.1. Усилители малого сигнала на полевых транзисторах (Контрольная работа)  
 КМ-5 ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты (Лабораторная работа)  
 КМ-6 ЛР №2.4. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты (Лабораторная работа)  
 КМ-7 РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики (Расчетно-графическая 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	7	8	10	11	14	14
1	Базовые ячейки электроники и микроэлектроники. Классификация режимов электронных приборов в функциональных узлах.								
1.1	Базовые ячейки электроники и микроэлектроники. Классификация режимов электронных приборов в функциональных узлах.		+		+				
2	Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала								
2.1	Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала		+		+				
3	Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества								
3.1	Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества			+		+	+	+	+
4	Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах								
4.1	Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах		+	+	+	+	+	+	+
5	Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах								

5.1	Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах					+	+	+
6	Ключевые каскады и простейшие логические элементы							
6.1	Ключевые каскады и простейшие логические элементы		+		+	+	+	+
Вес КМ, %:		5	10	15	15	20	20	15

### 6 семестр

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

**Вид промежуточной аттестации – .**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:
		Неделя КМ:
Вес КМ, %:		

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Основы электронных цепей

(название дисциплины)

#### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Расчет сквозного коэффициента усиления, разработка структурной схемы многокаскадного усилителя
- КМ-2 Расчет многокаскадного усилителя по постоянным и малым переменным сигналам
- КМ-3 Расчет цепи обратной связи
- КМ-4 Расчет АЧХ усилителя
- КМ-5 Оформление КП

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	13	15
1	Расчет сквозного коэффициента усиления, разработка структурной схемы многокаскадного усилителя	+					
2	Расчет многокаскадного усилителя по постоянным и малым переменным сигналам			+			
3	Расчет цепи обратной связи				+		
4	Расчет АЧХ усилителя					+	
5	Оформление КП						+
Вес КМ, %:			5	25	20	25	25