

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

**Направление подготовки/специальность: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

**Наименование образовательной программы: Биотехнические и медицинские аппараты и системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Основы электронных цепей**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	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	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

Г.В. Жихарева

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С.  
Остапенков

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем

ИД-2 Применяет знания естественных наук и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

2. ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий

ИД-2 Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования

ИД-3 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

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)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс	КМ-						

	КМ:	1	2	3	4	5	6	7
	Срок КМ:	4	7	8	11	14	15	15
Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала								
Статические режимы в диодных цепях. Диодные цепи, работающие в режиме большого сигнала	+		+					
Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества								
Усилители в электронике. Основные характеристики и показатели качества					+	+	+	+
Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах								
Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах	+	+	+			+	+	+
Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах								
Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах	+	+	+			+	+	+
Ключевые каскады и простейшие логические элементы								
Ключевые каскады и простейшие логические элементы					+	+	+	+
Вес КМ:		5	10	15	15	20	20	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет знания естественных наук и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Знать: методы математического моделирования основных характеристик полупроводниковых приборов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	ЛР №2.1. Расчет диодных схем (Лабораторная работа) ЛР №2.2. Усилитель низкой частоты на полевом транзисторе (Лабораторная работа) РЗ №2.1. Расчет параметров схемы простейшего источника питания. (Расчетно-графическая работа) ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты (Лабораторная работа) ЛР №2.4. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты (Лабораторная работа) РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики (Расчетно-графическая работа)
ОПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования	Знать: типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах Уметь: проводить расчет вольт-амперных характеристик	ЛР №2.1. Расчет диодных схем (Лабораторная работа) ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты (Лабораторная работа) РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики (Расчетно-графическая работа)

		активных приборов с помощью соответствующего физико-математического аппарата	
ОПК-3	ИД-3 <sub>ОПК-3</sub> Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	КР №2.1. Усилители малого сигнала на полевых транзисторах (Контрольная работа) ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты (Лабораторная работа) ЛР №2.4. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты (Лабораторная работа) РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики (Расчетно-графическая работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. ЛР №2.1. Расчет диодных схем

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Демонстрационная лабораторная работа: простейшие диодные выпрямители, практические занятия, домашнее задание на решение задач

#### Краткое содержание задания:

Рассчитать источник питания, состоящий из стабилизатора напряжения и мостового выпрямителя

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы математического моделирования основных характеристик полупроводниковых приборов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ	1. Нарисовать схему стабилизатора напряжения на прямой ветви ВАХ диода 2. Нарисовать схему стабилизатора напряжения на стабилитроне 3. Метод расчета коэффициента пульсаций и коэффициента стабилизации диодных стабилизаторов напряжения 4. Метод расчета характеристик простейших выпрямителей на диодах
Уметь: проводить расчет вольт-амперных характеристик активных приборов с помощью соответствующего физико-математического аппарата	1. Изобразить передаточную характеристику по напряжению стабилизатора напряжения на одном п/п диоде и 2-х последовательно-соединенных.

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-2. ЛР №2.2. Усилитель низкой частоты на полевом транзисторе

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка задания к лабораторной работе, ответы на контрольные вопросы

### Краткое содержание задания:

Определить основные низкочастотные малосигнальные параметры транзистора – крутизну проходной ВАХ и выходное дифференциальное сопротивление транзистора. Изучить режимы работы полевого транзистора в резистивных усилителях низкой частоты.

### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	1.Получить выражение для коэффициента усиления резистивного усилителя, пользуясь эквивалентной схемой активного прибора на низкой частоте с генератором тока
---	--

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-3. РЗ №2.1. Расчет параметров схемы простейшего источника питания.

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдача индивидуального задания и проверка выполненного расчета.

### Краткое содержание задания:

Выбрать и изобразить схему части радиотехнического устройства, состоящей из выпрямителя, стабилизатора напряжения питания широкополосного усилителя Выбрать диоды и транзисторы, не указанные в задании. Рассчитать номинальные величины всех компонентов схемы и перечисленные в задании параметры режимов и характеристики узлов.

**Таблица индивидуальных заданий на типовой расчет**

N N шп	Фамилия , имя	E П [В ]	ДЕП/ ЕП	Упуль с [мВ]	I <sub>y1</sub> [мА ]	I <sub>y</sub> [мА ]	Тип транзистор а	U <sub>Г</sub> [мВ ]	R <sub>Г</sub> [кОм ]	f <sub>н</sub> [кГц ]	R <sub>вх</sub> [кОм ]
1		12	±0,02	1	5	160	КТ325	2,5	5	4	1
2		11	±0,01 5	1,5	6	140	КТ316	2	5	4	1
3		10	±0,01 2	2	7	120	КТ312	1,5	5	4	1
4		9	±0,01	1	8	100	КТ306	1	5	8	1
5		8	±0,02	1,5	5	160	КТ325	2,5	4	8	2
6		7	±0,01 5	2	6	140	КТ316	2	4	8	2
7		6	±0,01 2	1	9	160	КТ312	1,5	4	6	2
8		12	±0,01	1,5	8	100	КТ306	1	4	6	2
9		11	±0,02	2	5	160	КТ325	2,5	2	6	3
10		10	±0,01 5	1	6	140	КТ316	2	2	5	3
11		9	±0,01 2	1,5	7	120	КТ312	1,5	2	10	3
12		8	±0,01	2	8	100	КТ306	1	2	10	3
13		7	±0,02	1	5	160	КТ325	2,5	1	4	4
14		6	±0,01 5	1,5	6	140	КТ316	2	1	4	4
15		12	±0,01 2	2	7	120	КТ312	1,5	1	4	4
16		11	±0,01	1	8	100	КТ306	1	1	8	4
17		10	±0,02	1,5	5	160	КТ325	2,5	3	8	1
18		9	±0,01 5	2	6	140	КТ316	2	3	8	1
19		8	±0,01 2	1	7	120	КТ312	1,5	3	6	1
20		7	±0,01	1,5	8	100	КТ306	1	3	6	1
21		8	±0,02	2,5	10	120	КТ312	1,5	3	10	1

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы математического моделирования основных характеристик полупроводниковых приборов и описания принципов их работы с использованием типовых моделей и стандартных прикладных программ</p>	<p>1.Нарисовать схему мостового выпрямителя 2.Нарисовать схему стабилизатора напряжения с эмиттерным повторителем</p>
<p>Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов</p>	<p>1.Провести расчет мостового выпрямителя 2.Провести расчет коэффициента стабилизации стабилизатора напряжения на стабилитроне с эмиттерным повторителем</p>

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### КМ-4. КР №2.1. Усилители малого сигнала на полевых транзисторах

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выдача домашнего задания. Контрольная работа

#### **Краткое содержание задания:**

1. Нарисовать схему усилительного каскада с общим истоком на МОП транзисторе со встроенным каналом n-типа. В схеме использовать один источник питания, предусмотреть стабилизацию положения рабочей точки цепью истокового автосмещения.
2. Нарисовать схему усилителя с общим истоком и истоковым автосмещением с двумя источниками питания. В этой схеме задано:  $E_{пс} = 18 В$ ,  $E_{пз} = 2В$ . В рабочей точке по постоянному сигналу  $I_C = 4 мА$ ,  $U_{СИ} = 6 В$ ,  $U_{ЗИ} = 0 В$ . Известны параметры эквивалентной схемы МОП транзистора:  $C_{зи} = 10 пФ$ ,  $C_{зс} = 2 пФ$ , крутизна проходной характеристики равна  $2 мА/В$ , выходное сопротивление транзистора в пологой области равно  $20 кОм$ . Рассчитать сопротивление в цепи автосмещения  $R_{И}$ , коэффициент усиления каскада на средних частотах, нижнюю и верхнюю частоты полосы пропускания усилителя, если  $C_{р1} = 5 нФ$ ,  $R_{г} = 5 кОм$ ,  $R_{з} = 500 кОм$ .
3. Для усилителя по схеме с общим истоком построить зависимость коэффициента усиления каскада на средних частотах от сопротивления в цепи стока. Как изменится эта зависимость, если  $E_{пс}$  увеличить в 2 раза (все остальные элементы схемы оставить без изменения)? Пояснить зависимость с помощью выходных характеристик транзистора и линии нагрузки.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	1. Нарисовать схему усилителя с истоковым автосмещением и одним источником питания 2. Построить зависимость коэффициента усилителя с общим истоком от сопротивления в цепи стока, от $E_{пс}$ . от $E_{пз}$
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-5. ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка задания к лабораторной работе, ответы на контрольные вопросы

**Краткое содержание задания:**

Экспериментально исследовать влияние технологического разброса параметров транзисторов и изменения температуры на режим транзистора по постоянному току и коэффициент передачи тока усилителя низкой частоты. Изучить способы коллекторной стабилизации рабочей точки транзистора и коэффициента усиления по току.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	1.Нарисовать схему усилителя на биполярном транзисторе с общим эмиттером и цепью коллекторной стабилизации коэффициента усиления тока
Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	1.Нарисовать низкочастотную эквивалентную схему биполярного тран-зистора
Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	1.Получить формулу для расчета коэффициента усиления тока в схеме ОЭ на низкой частоте через параметры эквивалентной схемы транзистора

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-6. ЛР №2.4. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка задания к лабораторной работе, ответы на контрольные вопросы

#### **Краткое содержание задания:**

Экспериментально исследовать влияние технологического разброса параметров транзисторов и изменения температуры на режим усилителя *напряжения* низкой частоты. Изучить способы эмиттерной стабилизации рабочей точки усилителя и коэффициента усиления по напряжению.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	1.Каков основной механизм воздействия температуры на положение рабочей точки в нестабилизированном усилителе
Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	1.Получить формулу для крутизны проходной характеристики $S$ транзистора с включённым сопротивлением $R_э$ , пользуясь малосигнальной эквивалентной схемой биполярного транзистора с учётом включённого в эмиттерную цепь резистора, незаблокированного конденсатором 2.Получить формулу для коэффициента усиления по напряжению, используя малосигнальную эквивалентную схему биполярного транзистора с учётом включённого в эмиттерную цепь резистора, незаблокированного конденсатором

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-7. РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдается индивидуальное задание, которое он выполняет дома в часы самостоятельной работы

#### Краткое содержание задания:

Выбор рабочей точки транзистора в 1-м каскаде усилителя, расчет компонентов схемы этого каскада и коэффициента усиления на средних частотах. Расчет частотной характеристики 1-го каскада усилителя. Определение верхней граничной частоты полосы усиления.

#### Таблица индивидуальных заданий на типовой расчет

N N пп	Фамилия , имя	E П [В ]	ДЕП/ ЕП	Упуль с [мВ]	I <sub>y1</sub> [мА ]	I <sub>y</sub> [мА ]	Тип транзистор а	U <sub>Г</sub> [мВ ]	R <sub>Г</sub> [кОм ]	f <sub>н</sub> [кГц ]	R <sub>вх</sub> [кОм ]
1		12	±0,02	1	5	160	КТ325	2,5	4	4	1
2		11	±0,01 5	1,5	6	140	КТ316	2	4	4	1
3		10	±0,01 2	2	7	120	КТ312	1,5	4	4	1
4		9	±0,01	1	8	100	КТ306	1	4	8	1
5		8	±0,02	1,5	5	160	КТ325	2,5	3	8	2
6		12	±0,01 5	2	6	140	КТ316	2	3	8	2
7		11	±0,01 2	1	7	120	КТ312	1,5	3	6	2
8		10	±0,01	1,5	8	100	КТ306	1	3	6	2
9		9	±0,02	2	5	160	КТ325	2,5	2	6	3
10		12	±0,01 5	1	6	140	КТ316	2	2	10	3

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	1.Нарисовать схему усилителя с ОЭ одним источником питания и цепью эмиттерного автосмещения
Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	1.Цель использования цепи эмиттерного автосмещения в усилителях
Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	1.Метод расчета компонентов схемы усилителя на средних частотах 2.Метод расчета верхней частоты полосы усиления каскада

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

1. Изобразите усилительный каскад по схеме с общим истоком на ПТ с наведенным  $n$ -каналом. Источник сигнала подключить к входу через разделительную емкость. Даны:  $E_{ПС} = 16$  В,  $E_{ПЗ} = 6$  В,  $U_{ОТС} = 4$  В. В рабочей точке  $I_C = 4$  мА,  $U_{СИ} = 9$  В и известны параметры упрощенной эквивалентной схемы полевого транзистора:  $C_{ЗИ} = 6$  пФ,  $C_{ЗС} = 3$  пФ,  $r_{си} = 60$  кОм. Известны  $R_{Г} = 5$  кОм и  $R_{З} = 500$  кОм. Найти сквозной коэффициент усиления на средних частотах и верхнюю граничную частоту полосы пропускания каскада. Теоретический вопрос

2. Изобразите усилительный каскад по схеме с общим эмиттером на БТ  $n$ - $p$ - $n$ -типа. Источник сигнала подключить к входу через разделительную емкость. Задано  $E_{ПК} = 9$  В. В рабочей точке  $I_C = 5$  мА и  $U_{КЭ} = 3$  В. Известны параметры эквивалентной схемы транзистора:  $r_{б} = 200$  Ом,  $C_{Э} = 5$  пФ,  $C_{К} = C_{КА} + C_{КП} = 2$  пФ,  $f_{П} = 800$  МГц,  $\beta = 50$ . Полагая, что  $R_{ГС} = 2$  кОм, а эквивалентное сопротивление базового делителя  $R_{Б} = 200$  кОм, найти коэффициент усиления каскада на средних частотах и верхнюю граничную частоту полосы пропускания.

### Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ОПК-1 Применяет знания естественных наук и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

### Вопросы, задания

1. Изобразить схему стабилизатора напряжения на стабилитроне. Сопротивление нагрузки  $R_H$  подключить параллельно стабилитрону. Построить зависимости выходного напряжения  $U_2$  и тока стабилитрона  $I_{СТ}$  от входного напряжения  $U_1$ . Пояснить, как изменятся эти зависимости при уменьшении сопротивления нагрузки стабилизатора  $R_H$ .

2. Получите и поясните выражение для коэффициента стабилизации  $K_{СТ}$  диодного стабилизатора напряжения на одном прямосмещённом идеальном кремниевом диоде. Постройте качественно зависимости выходного напряжения  $U_2$  и коэффициента  $K_{СТ}$  от сопротивления стабилизации  $R_C$  при  $U_1 = \text{const}$  и сопротивлении нагрузки  $R_H \rightarrow \infty$ . Как изменится эта зависимость, если идеальный диод заменить реальным с сопротивлением базы  $r_D$  не равным 0.

3. В однополупериодном выпрямителе переменного напряжения с амплитудой  $U_C$  и частотой  $f = 50$  Гц известны параметры кусочно-линейной аппроксимации характеристики диода  $E_D = 0,6$  В,  $S_D = 1,5$  А/В, требуемое значение  $U_H = 3$  В, сопротивление нагрузки  $R_H = 100$  Ом и допустимый размах пульсаций  $\Delta U_{пульс} = 0,1$  В. Найдите амплитуду  $U_C$ , к.п.д.  $\eta$  выпрямителя и необходимую емкость  $C_H$ .

## Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какая основная характеристика диодного стабилизатора напряжения

Ответы:

Коэффициент усиления по напряжению Коэффициент усиления по току Коэффициент стабилизации

Верный ответ: Коэффициент усиления по напряжению Коэффициент усиления по току Коэффициент стабилизации

2.Какую аппроксимацию вольт-амперной характеристики выпрямляющего диода используют при расчете выпрямителя напряжения?

Ответы:

Линейная Экспоненциальная Кусочно-линейная

Верный ответ: Кусочно-линейная

3.Выберите схему выпрямителя, в которой КПД больше

Ответы:

однополупериодный выпрямитель мостовой выпрямитель

Верный ответ: мостовой выпрямитель

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ОПК-3 Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования

## Вопросы, задания

1.Изобразить схему стабилизатора напряжения на двух последовательно соединённых прямосмещенных диодах. Сопротивление нагрузки  $R_H$  подключить параллельно двум диодам. Построить зависимости выходного напряжения  $U_2$  и тока диодов  $I_D$  от входного напряжения  $U_1$ . Диоды считать идеальными. Пояснить, как изменятся эти зависимости при уменьшении сопротивления нагрузки стабилизатора  $R_H$ .

2.Изобразите усилительный каскад по схеме с общим истоком на ПТ с наведенным  $n$ -каналом. Источник сигнала подключить к входу через разделительную емкость. Даны:  $E_{ПС} = 16$  В,  $E_{ПЗ} = 6$  В,  $U_{ОТС} = 4$  В. В рабочей точке  $I_C = 4$  мА,  $U_{СИ} = 9$  В и известны параметры упрощенной эквивалентной схемы полевого транзистора:  $C_{ЗИ} = 6$  пФ,  $C_{ЗС} = 3$  пФ,  $r_{си} = 60$  кОм. Известны  $R_G = 5$  кОм и  $R_3 = 500$  кОм. Найти сквозной коэффициент усиления на средних частотах и верхнюю граничную частоту полосы пропускания каскада.

3.Получите и поясните выражение для коэффициента передачи малых пульсаций входного напряжения на выход диодного стабилизатора напряжения КП. Постройте качественно зависимости  $U_2$  и коэффициента КП от сопротивления стабилизации  $R_C$  при двух значениях входного напряжения  $U_1$ .

4.Изобразите усилительный каскад по схеме с общим эмиттером на БТ  $n$ - $p$ - $n$ -типа. Источник сигнала подключить к входу через разделительную емкость. Задано  $E_{ПК} = 9$  В. В рабочей точке  $I_K = 5$  мА и  $U_{КЭ} = 3$  В. Известны параметры эквивалентной схемы транзистора:  $r_b = 200$  Ом,  $C_{Э} = 5$  пФ,  $C_K = C_{КА} + C_{КП} = 2$  пФ,  $f_{ПР} = 800$  МГц,  $\beta = 50$ . Полагая, что  $R_{ГС} = 2$  кОм, а эквивалентное сопротивление базового делителя  $R_B = 200$  кОм, найти коэффициент усиления каскада на средних частотах и верхнюю граничную частоту полосы пропускания.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1.Выберите правильную схему резистивного усилителя, построенного по схеме с общим эмиттером

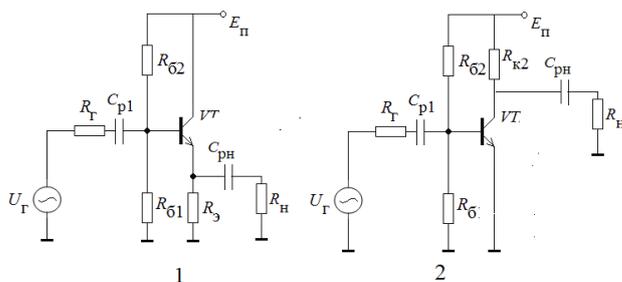


Figure 1 выбор схемы по заданию

Ответы:

1 2

Верный ответ: 2

2. Выберите правильную схему эмиттерного повторителя

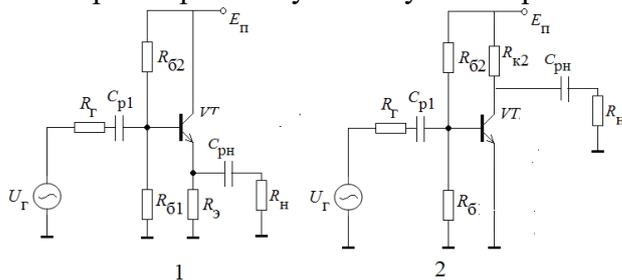


Figure 2 выбор схемы по заданию

Ответы:

1 2

Верный ответ: 1

3. Для чего используется схема эмиттерного автосмещения в усилителе на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером

Ответы:

Для стабилизации постоянных составляющих токов и напряжений в рабочей точке Для стабилизации коэффициента усиления по напряжению Для стабилизации полосы усиления каскада

Верный ответ: Для стабилизации постоянных составляющих токов и напряжений в рабочей точке

4. В какой области должен работать биполярный транзистор в линейном резистивном усилителе

Ответы:

Активная область Область насыщения Инверсная область

Верный ответ: Активная область

5. В каких областях должен работать биполярный транзистор в логических схемах

Ответы:

область отсечки-область насыщения область отсечки-активная область область отсечки-инверсная область

Верный ответ: область отсечки-область насыщения

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3опк-3 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

### Вопросы, задания

1. Изобразите схему резистивного каскада на МОП-транзисторе с наведённым п-каналом, включённом по схеме с общим истоком. Получите выражение для сквозного коэффициента усиления малого сигнала на средних частотах. Постройте и поясните зависимости этого коэффициента от сопротивления нагрузки в цепи

стока. Как изменится эта зависимость, если напряжение питания стока увеличить в 2 раза.

2.Изобразите схему резистивного каскада на МОП-транзисторе с наведённым n-каналом, включённом по схеме с общим истоком. Получите выражение для сквозного коэффициента усиления малого сигнала на средних частотах. Постройте и поясните зависимости этого коэффициента усиления от сопротивления нагрузки в цепи стока. Как изменится эта зависимость, если напряжения смещения в цепи затвора увеличить в 2 раза.

3.Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах

4.Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.Для чего используется схема истокового автосмещения в усилителе на полевом транзисторе, включенном по схеме с общим истоком

Ответы:

Для стабилизации постоянных составляющих токов и напряжений в рабочей точке Для стабилизации коэффициента усиления по напряжению Для стабилизации полосы усиления каскада

Верный ответ: Для стабилизации постоянных составляющих токов и напряжений в рабочей точке

2.В какой области должен работать полевой транзистор в линейном резистивном усилителе по схеме с общим истоком

Ответы:

Пологая область Крутая область Область отсечки

Верный ответ: Пологая область

3.В какой из логических схем на полевых МОП транзисторах наибольшее быстродействие?

Ответы:

схема на простых ключах с линейной нагрузкой схема на ключах с нелинейной нагрузкой схема на КМОП ключах

Верный ответ: схема на КМОП ключах

4.В ходе выполнения курсового проекта необходимо спроектировать широкополосный резистивный усилитель на биполярных транзисторах. Приведите обоснование того, какие элементы в схеме влияют на верхнюю частоту полосы усиления

Ответы:

разделительные конденсаторы внутренние емкости БТ емкости с цепи обратной связи

Верный ответ: внутренние емкости БТ

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

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