

**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  
Электроника**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Болдырева Т.И.
	Идентификатор	R474c6e1a-BoldyrevaTI-ea3724c4

(подпись)

Т.И.


Болдырева

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

(подпись)


Г.В.

Жихарева

(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	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В.

Шалимова

(расшифровка  
подписи)

## 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 №1.1. Статические характеристики п/п диодов. Лабораторная работа (Лабораторная работа)

2. ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов (Лабораторная работа)

3. ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора (Лабораторная работа)

4. ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора (Лабораторная работа)

5. ЛР №2.2. Усилитель низкой частоты на полевом транзисторе (Лабораторная работа)

6. ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты (Лабораторная работа)

7. 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: Письменная работа

1. КР №1.1. Физические основы электропроводности п/п. (Контрольная работа)

2. КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов (Контрольная работа)

3. КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. ЛР №2.1. Расчет диодных схем (Решение задач)

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**

4 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	8	8	12	14	15	16
1 см Физические основы полупроводниковой электроники								
Физические основы полупроводниковой электроники		+						
1 см Контактные явления.								
Электронно-дырочный переход, барьер Шоттки, гетеропереходы		+						
1 см Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.								
Полупроводниковые диоды на основе электронно-дырочного перехода.	+		+	+	+	+	+	+
1 см Биполярные транзисторы								
Биполярные транзисторы	+		+	+	+	+	+	+
1 см Полевые транзисторы								
Полевые транзисторы	+		+	+	+	+	+	+
1 см Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры								
Оптоэлектронные полупроводниковые элементы и структуры		+						
Вес КМ:	4	12	20	20	20	12	12	

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13	КМ-14
	Срок КМ:	4	7	8	11	14	15	15
2 см Статические режимы в диодных цепях.								
Статические режимы в диодных цепях	+	+	+	+	+	+	+	+
2 см Усилители в электронике.								

Усилители в электронике.	+	+	+	+	+	+	+
2 см Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах							
Базовые ячейки функциональных узлов на полевых транзисторах	+	+	+	+	+	+	+
2 см Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах							
Базовые ячейки функциональных узлов на биполярных транзисторах	+	+	+	+	+	+	+
2 см 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: физическое основы электропроводности Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов. Лабораторная работа (Лабораторная работа) КР №1.1. Физическое основы электропроводности п/п. (Контрольная работа) ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора (Лабораторная работа) ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора (Лабораторная работа) КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов (Контрольная 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: реализовывать программы экспериментальных исследований вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов, временных откликов резистивных усилителей низкой	ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов. Лабораторная работа (Лабораторная работа) ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов (Лабораторная работа) ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора (Лабораторная работа) ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора (Лабораторная работа) КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов (Контрольная работа) КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов (Контрольная работа)

		частоты и логических элементов.	
ОПК-3	ИД-3 <sub>ОПК-3</sub> Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	<p>Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с при-влечением соответствующего физико-математического аппарата</p> <p>Уметь: обработывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, низкочастотных моделей и временных откликов электрических цепей, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные.</p>	<p>ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора (Лабораторная работа)</p> <p>ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора (Лабораторная работа)</p> <p>КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов (Контрольная работа)</p> <p>КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов (Контрольная работа)</p> <p>ЛР №2.1. Расчет диодных схем (Решение задач)</p> <p>ЛР №2.2. Усилитель низкой частоты на полевом транзисторе (Лабораторная работа)</p> <p>РЗ №2.1. Расчет параметров схемы простейшего источника питания. (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КР №2.1. Усилители малого сигнала на полевых транзисторах (Контрольная работа)</p> <p>ЛР №2.3. Биполярный транзистор в усилителе тока низкой частоты (Лабораторная работа)</p> <p>ЛР №2.4. Биполярный транзистор в усилителе напряжения низкой частоты (Лабораторная работа)</p> <p>РЗ №2.2. Расчет компонентов схемы каскада с общим эмиттером, коэффициента усиления и частотной характеристики (Расчетно-графическая работа)</p>

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

4 семестр

### КМ-1. ЛР №1.1. Статические характеристики п/п диодов. Лабораторная работа

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 4

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка подготовки к лабораторной работе, опрос по контрольным вопросам

#### Краткое содержание задания:

Измерение статических характеристик полупроводниковых диодов

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	1.1. Пояснить, каким образом получается изображение статической характеристики диода на экране осциллографа. Какую роль играет форма импульсов напряжения? 2. Как влияет увеличение измерительного сопротивления на форму наблюдаемой характеристики? 3. Как изменится <i>прямая ветвь</i> статической характеристики, если температуру кремниевого диода увеличить на 50 К? 4. В чем сходство и различие <i>прямых ветвей</i> статических характеристик германиевого и кремниевого диодов?
Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	1. Учет и исключение при обработке измерений влияния измерительного сопротивления на форму прямой ветви статической характеристики диода
Уметь: реализовывать программы экспериментальных исследований вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов, временных откликов резистивных усилителей низкой частоты и логических элементов.	1. Составить схему для измерения статических характеристик диодов

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60



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

## КМ-2. КР №1.1. Физическое основы электропроводности п/п.

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает индивидуальное задание из 3-х вопросов. В течение 1 ч. 30 мин. студент в аудитории письменно отвечает на эти вопросы

**Краткое содержание задания:**

**Задано:**

Тип материала, тип проводимости п/п, концентрация примеси, концентрация собственных носителей заряда. Температура  $T_0$ , изменение температуры  $\Delta T$

**Задача 1.**

Определить тип примеси. Рассчитать концентрации основных и неосновных подвижных носителей заряда. Как они изменятся при повышении температуры на  $\Delta T$ ? Если изменятся, то рассчитайте во сколько раз.

**Задача 2.**

Изобразите и поясните зависимость концентрации основных носителей заряда в зоне проводимости (или в валентной зоне) п/п заданного типа с заданной концентрацией примеси от температуры в интервале  $0 < T < 600$  К. Как она изменится, если концентрация примеси станет в 4 раза выше и почему?

**Задача 3**

Рассчитайте удельные проводимости чистого п/п и п/п с заданной примесью при  $T=T_0$  и заданной концентрация собственных носителей заряда, если подвижность электронов  $\mu_n = 3900$  см<sup>2</sup>/В с, подвижность дырок  $\mu_p = 1900$  см<sup>2</sup>/В с. Как изменятся эти проводимости с повышением температуры на  $\Delta T$  К? Если изменятся, то рассчитайте во сколько раз.

Группа/номер в журнале	Тип материала	Концентрация собственных носителей заряда, см <sup>-3</sup>	Тип проводимости п/п	Концентрация примеси, см <sup>-3</sup>	$T_0$	$\Delta T$
11/1	Si	$1,5 \cdot 10^{10}$	n-	$10^{15}$	290	30
11 /2	Ge	$2,5 \cdot 10^{13}$	p-	$2 \cdot 10^{15}$	300	30
11 /3	Si	$1,5 \cdot 10^{10}$	n-	$3 \cdot 10^{15}$	310	30
11/4	Ge	$2,5 \cdot 10^{13}$	p-	$4 \cdot 10^{15}$	290	30
11 /5	Si	$1,5 \cdot 10^{10}$	n-	$5 \cdot 10^{15}$	300	30
11 /6	Ge	$2,5 \cdot 10^{13}$	p-	$6 \cdot 10^{15}$	310	30
11 /7	Si	$1,5 \cdot 10^{10}$	n-	$7 \cdot 10^{15}$	290	30
11 /8	Ge	$2,5 \cdot 10^{13}$	p-	$8 \cdot 10^{15}$	300	30
11 /9	Si	$1,5 \cdot 10^{10}$	n-	$9 \cdot 10^{15}$	310	30

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: физическое основы электропроводности	1. В 4-х валентный элемент введена 5-ти валентная примесь. Определите тип полупроводника 2. Какие области возникают при контакте полупроводников р-типа и n-типа
---	---

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**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: 60**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***КМ-3. ЛР №1.2. Статические характеристики биполярных транзисторов****Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка подготовки к лабораторной работе, опрос по контрольным вопросам**Краткое содержание задания:**

Измерение статических характеристик биполярных параметров

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	1. Пояснить, как влияют на ВАХ биполярного транзистора напряжения питания, температура.
Уметь: реализовывать программы экспериментальных исследований вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов, временных откликов резистивных усилителей низкой частоты и логических элементов.	1. Определение количественных параметров статических характеристик биполярных транзисторов 2. Количественное определение ошибки, которую вносит измерительное сопротивление $R_{и} = 10 \text{ Ом}$ в расчет крутизны проходной характеристики.

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**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: 60

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

#### КМ-4. ЛР №1.3. Параметры модели биполярного транзистора

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка подготовки к лабораторной работе, опрос по контрольным вопросам

#### Краткое содержание задания:

Измерение и расчет параметров малосигнальной эквивалентной схемы биполярного транзистора импульсным методом

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	1. Поясните физический смысл элементов малосигнальной эквивалентной схемы транзистора.
Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	1. Что такое граничная частота по крутизне.
Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	1. Определение элементов эквивалентной схемы БТ, пользуясь осциллограммами переходных процессов.

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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

## КМ-5. ЛР №1.4. Статические характеристики полевого транзистора

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка подготовки к лабораторной работе, опрос по контрольным вопросам

### Краткое содержание задания:

Измерение статических характеристик полевых транзисторов

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	1. Проходные и выходные характеристики полевых транзисторов различных типов: а) с изолированным затвором и встроенным каналом $n$ -типа; б) с изолированным затвором и индуцированным каналом $p$ -типа; в) с управляющим $p$ - $n$ переходом и каналом $p$ -типа. 2. Методика расчета крутизны проходной характеристики и выходного дифференциального сопротивления полевого транзистора 3. Области работы полевых транзисторов
Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	1. Уметь рассчитывать параметры модели полевого транзистора в заданной рабочей точке 2. Уметь рассчитывать по модели вольт-амперные характеристики разных типов полевых транзисторов
Уметь: реализовывать программы экспериментальных исследований вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов, временных откликов резистивных усилителей низкой частоты и логических элементов.	1. Проводить измерение статических характеристик полевых транзисторов по стрелочным приборам и с помощью характериографа

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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*

## КМ-6. КР №1.2. Принцип действия биполярных транзисторов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает индивидуальное задание из 4-х вопросов. В течение 1 ч. 30 мин. студент в аудитории письменно отвечает на эти вопросы

### Краткое содержание задания:

Определение областей работы биполярного транзистора и соответствие эквивалентной нелинейной и линейной схемы этой области

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	1. Напишите уравнения для расчета входных, проходных и выходных характеристик БТ, включенного по схеме ОЭ. Изобразите входные и проходные характеристики для активной области и области насыщения характеристики.
Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с при-влечением соответствующего физико-математического аппарата	1. Изобразите схему передаточной зарядовой модели для активной области работы биполярного транзистора. 2. Изобразите малосигнальную ВЧ эквивалентную схему БТ для активной области (схему Джиаклетто). Поясните физический смысл ее элементов. Для режима, в котором постоянный ток коллектора $I_{К0} = 10$ мА, $CЭ = 8$ пФ, $СКП = СКА = 1$ пФ, $rб = 100$ Ом, $\beta = 100$ , $fT = 300$ МГц, рассчитайте диффузионную емкость, крутизну по входу $S$ на низкой частоте и граничную частоту по коэффициенту передачи по току $\beta\beta$ . Поясните смысл этой частоты.
Уметь: пользоваться методами расчета основных параметров моделей полупроводниковых приборов	1. Определение областей работы биполярных транзисторов и соответствующих эквивалентных схем

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

## КМ-7. КР №1.3. Принцип действия полевых транзисторов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает индивидуальное задание из 4-х вопросов. В течение 1 ч. 30 мин. студент в аудитории письменно отвечает на эти вопросы

**Краткое содержание задания:**

Изобразить условное графическое обозначение МОП с индуцированным n-каналом. Изобразить проходную и выходную характеристики заданного ПТ. Изобразить структуры заданного ПТ при работе в крутой и пологой области. Рассчитать крутизну проходной характеристики ПТ, если известны параметры параболической аппроксимации проходной характеристики и рабочая точка. Изобразить эквивалентную схему ПТ, работающего в пологой области на умеренно высоких частотах.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: типовые режимы использования изучаемых приборов и компонентов в радиоэлектронных устройствах	1. Условные графические обозначения полевых транзисторов разного типа. 2. Эквивалентные малосигнальные схемы полевых транзисторов на средних и умеренно-высоких частотах.
Знать: основные типы активных приборов, их модели и способы количественного описания с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	1. Области работы полевых транзисторов.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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*

**5 семестр****КМ-8. ЛР №2.1. Расчет диодных схем**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**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:**

<p>Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, низкочастотных моделей и временных откликов электрических цепей, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные.</p>	<p>1.Изобразить передаточную характеристику по напряжению стабилизатора напряжения на одном п/п диоде и 2-х последовательно-соединенных.</p>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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

**КМ-9. 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:**

<p>Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, низкочастотных моделей и временных откликов электрических цепей, формулировать выводы о</p>	<p>1.Получить выражение для коэффициента усиления резистивного усилителя, пользуясь эквивалентной схемой активного прибора на низкой частоте с генератором тока</p>
---	---

влиянии электрических экспериментальные	параметров цепей на данные.
---	-----------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

**КМ-10. 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 пп	Фамилия , имя	E П [В ]	ДЕП/ ЕП	Упуль с [мВ]	I <sub>у1</sub> [мА ]	I <sub>у</sub> [мА ]	Тип транзистор а	UГ [мВ ]	RГ [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	1	6	140	КТ316	2	2	5	3



			5								
11		9	$\pm 0,01$ 2	1,5	7	120	КТ312	1,5	2	10	3
12		8	$\pm 0,01$	2	8	100	КТ306	1	2	10	3
13		7	$\pm 0,02$	1	5	160	КТ325	2,5	1	4	4
14		6	$\pm 0,01$ 5	1,5	6	140	КТ316	2	1	4	4
15		12	$\pm 0,01$ 2	2	7	120	КТ312	1,5	1	4	4
16		11	$\pm 0,01$	1	8	100	КТ306	1	1	8	4
17		10	$\pm 0,02$	1,5	5	160	КТ325	2,5	3	8	1
18		9	$\pm 0,01$ 5	2	6	140	КТ316	2	3	8	1
19		8	$\pm 0,01$ 2	1	7	120	КТ312	1,5	3	6	1
20		7	$\pm 0,01$	1,5	8	100	КТ306	1	3	6	1
21		8	$\pm 0,02$	2,5	10	120	КТ312	1,5	3	10	1

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, низкочастотных моделей и временных откликов электрических цепей, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные.</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: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

### КМ-11. 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:  $E_{пс} = 18 \text{ В}$ ,  $E_{пз} = 2 \text{ В}$ . В рабочей точке по постоянному сигналу  $I_C = 4 \text{ мА}$ ,  $U_{СИ} = 6 \text{ В}$ ,  $U_{ЗИ} = 0 \text{ В}$ . Известны параметры эквивалентной схемы МОП транзистора:  $C_{зи} = 10 \text{ пФ}$ ,  $C_{зс} = 2 \text{ пФ}$ , крутизна проходной характеристики равна  $2 \text{ мА/В}$ , выходное сопротивление транзистора в пологой области равно  $20 \text{ кОм}$ . Рассчитать сопротивление в цепи автосмещения  $R_{И}$ , коэффициент усиления каскада на средних частотах, нижнюю и верхнюю частоты полосы пропускания усилителя, если  $C_{р1} = 5 \text{ нФ}$ ,  $R_{г} = 5 \text{ кОм}$ ,  $R_{з} = 500 \text{ кОм}$ .
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:**

Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, низкочастотных моделей и временных откликов электрических цепей, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные.	1.Метод расчета коэффициента усиления по напряжению резистивного усилителя малого сигнала с общим истоком на низких и умеренно-высоких частотах
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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

### КМ-12. 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:

Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, низкочастотных моделей и временных откликов электрических цепей, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные.	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: 70*

*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: 60*

*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

### КМ-13. 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:**

<p>Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, низкочастотных моделей и временных откликов электрических цепей, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные.</p>	<p>1.Получить формулу для крутизны проходной характеристики <math>S</math> транзистора с включённым сопротивлением <math>R_э</math>, 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</p>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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

**КМ-14. 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	Фамилия	E	ДЕП/	Упуль	Iy1	Iy	Тип	УГ	RG	fH	Rвх
---	---------	---	------	-------	-----	----	-----	----	----	----	-----

N пп	, имя	П [В ]	ЕП	с [мВ]	[мА ]	[мА ]	транзистор а	[мВ ]	[кОм ]	[кГц ]	[кОм ]
1		12	$\pm 0,02$	1	5	160	КТ325	2,5	4	4	1
2		11	$\pm 0,015$	1,5	6	140	КТ316	2	4	4	1
3		10	$\pm 0,012$	2	7	120	КТ312	1,5	4	4	1
4		9	$\pm 0,01$	1	8	100	КТ306	1	4	8	1
5		8	$\pm 0,02$	1,5	5	160	КТ325	2,5	3	8	2
6		12	$\pm 0,015$	2	6	140	КТ316	2	3	8	2
7		11	$\pm 0,012$	1	7	120	КТ312	1,5	3	6	2
8		10	$\pm 0,01$	1,5	8	100	КТ306	1	3	6	2
9		9	$\pm 0,02$	2	5	160	КТ325	2,5	2	6	3
10		12	$\pm 0,015$	1	6	140	КТ316	2	2	10	3

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные по исследованию характеристик полупроводниковых приборов, низкочастотных моделей и временных откликов электрических цепей, формулировать выводы о влиянии параметров электрических цепей на экспериментальные данные.</p>	<p>1.Метод расчета компонентов схемы усилителя на средних частотах 2.Метод расчета верхней частоты полосы усиления каскада</p>
---	--

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 4 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

1. Концентрация собственных носителей тока в Ge  $n_i = 2.25 \cdot 10^{10} \text{ м}^{-3}$   
подвижность электронов  $\mu_n = 0,4 \text{ м}^2/\text{Вс}$ , подвижность дырок  $\mu_p = 0,2 \text{ м}^2/\text{Вс}$ .  
Определите проводимости а) чистого германия, б) германия, легированного элементом 3 группы, если концентрация легирующих примесей равна  $4,5 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-3}$  и все примеси ионизированы, в) германия, легированного элементом 5 группы, если концентрация легирующих примесей равна  $4,5 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-3}$  и все примеси ионизированы.
2. Изобразите малосигнальную высокочастотную эквивалентную схему биполярного транзистора для активной области (схему Джиаколетто). Поясните физический смысл ее элементов. Для режима, в котором постоянный ток коллектора  $I_{к0} = 5 \text{ мА}$ ,  $C_{э} = 8 \text{ пФ}$ ,  $C_{ка} = C_{кп} = 1 \text{ пФ}$ ,  $r_{б} = 100 \text{ Ом}$ ,  $\beta = 100$ ,  $f_T = 800 \text{ МГц}$  найдите диффузионную емкость  $S_D$ , крутизну проходной характеристики транзистора на низкой частоте и граничную частоту по крутизне.

### 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-2<sub>ОПК-1</sub> Применяет знания естественных наук и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

### Вопросы, задания

1. Пользуясь моделью Эберса-Молла, постройте и поясните проходные характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и его малосигнальную эквивалентную схему для низких частот. Какие явления в реальной структуре транзистора, заметно влияющие на вид этой эквивалентной схемы и форму проходных характеристик, не учитываются в этой модели?
2. Изобразите и сравните между собой вольт-фарадные характеристики варикапов с плавным, резким и сверхрезким p-n переходами. Для варикапа с резким ступенчатым переходом изобразить распределения плотности пространственного заряда, напряженности электрического поля и потенциала вдоль оси, перпендикулярной плоскости перехода, при двух значениях закрывающего напряжения.
3. Как зависит от напряжения между затвором и истоком полевого транзистора с управляющим p-n переходом проводимость канала при малых напряжениях между стоком и истоком. При каких условиях полевой транзистор можно использовать как линейное электрически регулируемое сопротивление?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В 4-х валентный элемент введена 5-ти валентная примесь. Определите тип полупроводника

Ответы:

Собственный полупроводник Полупроводник p-типа Полупроводник n-типа

Верный ответ: Полупроводник n-типа

2. В 4-х валентный элемент введена 3-х валентная примесь. Определите тип полупроводника

Ответы:

Собственный полупроводник Полупроводник p-типа Полупроводник n-типа

Верный ответ: Полупроводник p-типа

3. Определите в какой области работает кремниевый биполярный транзистор, если выполняется следующее условие  $U_{бэ}=0,7$  В  $U_{кэ}=-3$  В

Ответы:

Активная область Область отсечки Область насыщения Инверсная область

Верный ответ: Активная область

4. Для какой схемы включения биполярного транзистора применяется передаточная модель транзистора, показанная на рисунке

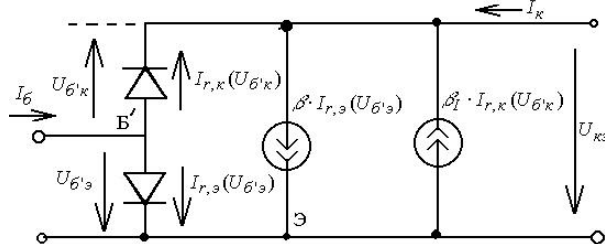


Figure 1 Передаточная модель биполярного транзистора

Ответы:

Схема с общей базой Схема с общим эмиттером Схема с общим коллектором

Верный ответ: Схема с общим эмиттером

5. Какой зависимостью описывается проходная характеристика полевого транзистора

Ответы:

линейная параболическая экспоненциальная

Верный ответ: параболическая

6. Для какой области работы справедлива линейная малосигнальная эквивалентная схема Джиаколетто, показанная на рис.

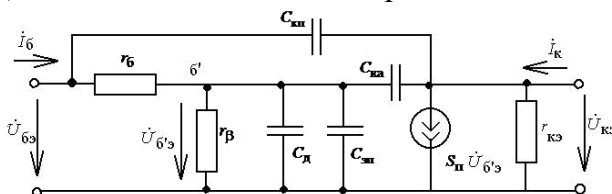


Figure 2 Малосигнальная эквивалентная схема биполярного транзистора

Ответы:

Активная область Область насыщения Инверсная область

Верный ответ: Активная область

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

### Вопросы, задания

1. Определите в какой области работает n-p-n БТ, если  $U_{б'э} = 0,65$  В,  $U_{кэ} = 10$  В.

Нарисуйте инжекционную модель БТ, описывающую работу БТ по постоянному току в этой области. Напишите уравнения для расчета входных, проходных и выходных характеристик БТ, включенного по схеме ОБ.

2. Сравните между собой крутизны проходных характеристик биполярного и полевого транзисторов, при параболической аппроксимации, работающих при одинаковых постоянных токах  $I_0 = 10$  мА, если в полевом транзисторе этот ток соответствует

нулевому напряжению затвор-исток при напряжении отсечки - 4 В, а биполярный транзистор имеет сопротивление базы 100 Ом и  $\beta = 100$ .

3. Изобразите и сравните между собой проходные и выходные характеристики полевых транзисторов с управляющим переходом и n каналом и с наведенным n каналом. Сравните также малосигнальные высокочастотные эквивалентные схемы этих транзисторов.

4. Граничные и предельные частоты биполярного транзистора. Соотношения между ними. Зависимости этих частот от параметров малосигнальной эквивалентной схемы транзистора и от рабочего тока.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выберите правильное определение проходной характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером

Ответы:

**Зависимость  $I_b(U_{бэ})$  при постоянном напряжении  $U_{кэ}$  Зависимость  $I_k(U_{бэ})$  при постоянном напряжении  $U_{кэ}$  Зависимость  $I_k(U_{кэ})$  при постоянном напряжении  $U_{бэ}$**

Верный ответ: Зависимость  $I_k(U_{бэ})$  при постоянном напряжении  $U_{кэ}$

2. Выберите правильное определение выходной характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером

Ответы:

**Зависимость  $I_b(U_{бэ})$  при постоянном напряжении  $U_{кэ}$  Зависимость  $I_k(U_{бэ})$  при постоянном напряжении  $U_{кэ}$  Зависимость  $I_k(U_{кэ})$  при постоянном напряжении  $U_{бэ}$**

Верный ответ: Зависимость  $I_k(U_{кэ})$  при постоянном напряжении  $U_{бэ}$

3. Выберите правильное обозначение n-p-n биполярного транзистора, введя номер рисунка 1 или 2

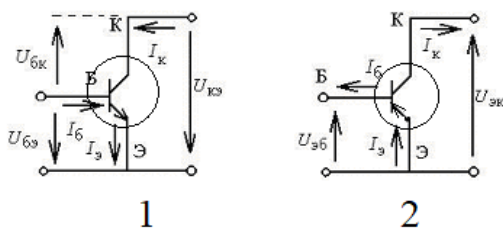


Figure 3 Обозначения биполярного транзистора

Ответы:

1 2

Верный ответ: 1

4. Какой зависимостью описывается проходная характеристика биполярного транзистора

Ответы:

линейная параболическая экспоненциальная

Верный ответ: экспоненциальная

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ОПК-3</sub> Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Каково напряжение открывание кремниевого полупроводникового диода

Ответы:

0 В 0,2 В 0,6 В

Верный ответ: 0,6 В

2. Выберите правильное определение входной характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером



Ответы:

Зависимость  $I_b(U_{бэ})$  при постоянном напряжении  $U_{кэ}$  Зависимость  $I_k(U_{бэ})$  при постоянном напряжении  $U_{кэ}$  Зависимость  $I_k(U_{кэ})$  при постоянном напряжении  $U_{бэ}$   
Верный ответ: Зависимость  $I_b(U_{бэ})$  при постоянном напряжении  $U_{кэ}$

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

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

### **5 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### **Пример билета**

1. Теоретический материал или задача на разделы 1 или 2
2. Задача

### **Процедура проведения**

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

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

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

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

1. Выберите схему выпрямителя, в которой КПД больше

Ответы:

однополупериодный выпрямитель мостовой выпрямитель

Верный ответ: мостовой выпрямитель

2. 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

3. 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

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ОПК-3</sub> Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

### 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 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.

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

Ответы:

Линейная Экспоненциальная Кусочно-линейная

Верный ответ: Кусочно-линейная

2. 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

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

Ответы:

Активная область Область насыщения Инверсная область

Верный ответ: Активная область

## ***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.

## ***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.