

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

**Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Наименование образовательной программы: Промышленная электроника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Полупроводниковые компоненты электронных схем**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Воронин П.А.
	Идентификатор	R8090f709-VoroninPA-bf2fdc05

(подпись)

П.А.

Воронин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

(подпись)

П.А.

Рашитов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

(подпись)

М.Г.

Асташев

(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. ПК-1 Способен строить физические и математические модели принципиальных схем, блоков, устройств и установок электроники и наноэлектроники, осуществлять моделирование и анализ с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования

ИД-1 Знает базовые структуры, характеристики и математические модели активных и пассивных компонентов электронных схем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Диоды (Контрольная работа)
2. Статические характеристики полупроводниковых компонентов (Контрольная работа)
3. Тиристоры (Контрольная работа)
4. Транзисторы (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Полупроводниковые компоненты электронных схем					
Основные параметры и характеристики полупроводниковых компонентов	+				
Переходные процессы в диодах и транзисторах					
Работа силовых диодов и транзисторов в импульсном режиме		+	+		
Переходные процессы в тиристорах					
Ключевой режим работы одно- и двухоперационных тиристоров				+	
Расчет и моделирование потерь мощности в полупроводниковых компонентах электронных схем					
Статические и динамические потери мощности в полупроводниковых компонентах		+		+	
	Вес КМ:	25	25	25	25

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

**БРС курсовой работы/проекта**

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Энергия динамических потерь в силовых ключах с обратным диодом		+			
Относительная длительность проводящего состояния силового ключа и его встречно–параллельного диода			+		
Расчет суммарной мощности статических и динамических потерь в отдельном силовом ключе со встречно–параллельным диодом				+	+
	Вес КМ:	25	25	25	25

## 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
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает базовые структуры, характеристики и математические модели активных и пассивных компонентов электронных схем	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>основные составляющие потерь мощности в полупроводниковых компонентах</li> <li>методика расчета основных интервалов переходных процессов в тиристорах</li> <li>схемы замещения и математические модели полупроводниковых компонентов электронных схем</li> <li>методика расчета основных интервалов переходных процессов в диодах и транзисторах</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик тиристоров</li> <li>определять параметры</li> </ul>	<p>Статические характеристики полупроводниковых компонентов (Контрольная работа)</p> <p>Диоды (Контрольная работа)</p> <p>Транзисторы (Контрольная работа)</p> <p>Тиристоры (Контрольная работа)</p>

		схем замещения по типовым характеристикам полупроводниковых компонентов электронных схем рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик диодов и транзисторов рассчитывать мощность статических и динамических потерь в полупроводниковых компонентах	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Статические характеристики полупроводниковых компонентов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает индивидуальное задание

#### Краткое содержание задания:

Эквивалентные схемы полупроводниковых компонентов и определение их параметров.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: схемы замещения и математические модели полупроводниковых компонентов электронных схем	1. Эквивалентная схема Эберса-Молла для биполярного транзистора. 2. Уравнения входных и выходных характеристик транзисторов.
Уметь: определять параметры схем замещения по типовым характеристикам полупроводниковых компонентов электронных схем	1. Определять параметры статических характеристик диодов и транзисторов. 2. Определять основные режимы работы полупроводниковых компонентов.

#### 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

### КМ-2. Диоды

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает индивидуальное задание

#### Краткое содержание задания:

Импульсные режимы работы силового диода.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методика расчета основных интервалов переходных процессов в диодах и транзисторах	1. Построить осциллограммы переходных процессов переключения: анодный ток диода; напряжение на базе диода: напряжение на диффузионной емкости диода; напряжение анод-катод диода. 2. Построить осциллограммы переходных процессов переключения: прямой анодный ток диода; обратный анодный ток диода; напряжение на базе диода: напряжение на диффузионной емкости диода; напряжение на барьерной емкости диода; напряжение анод-катод диода.
Знать: основные составляющие потерь мощности в полупроводниковых компонентах	1. Рассчитать статические потери мощности в диоде.
Уметь: рассчитывать мощность статических и динамических потерь в полупроводниковых компонентах	1. Определить статические параметры ВАХ диода.
Уметь: рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик диодов и транзисторов	1. Используя метод заряда, рассчитать динамические параметры диодного ключа в переходных процессах переключения при однополярном источнике импульсного напряжения в схеме. 2. Используя метод заряда, рассчитать динамические параметры диодного ключа в переходных процессах переключения при двухполярном источнике импульсного напряжения в схеме.

**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*

**КМ-3. Транзисторы**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает индивидуальное задание

**Краткое содержание задания:**



## Импульсные режимы работы силового транзистора.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: методика расчета основных интервалов переходных процессов в диодах и транзисторах	1. Построить осциллограммы переходных процессов при переключении: ток базы; заряд, накапливаемый в базе; ток коллектора; напряжение коллектор-эмиттер. 2. Построить осциллограммы переходных процессов при переключении: ток базы; заряд, накапливаемый в базе; ток коллектора; напряжение коллектор-эмиттер.
Уметь: рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик диодов и транзисторов	1. Используя метод заряда, рассчитать динамические параметры низкочастотного транзисторного ключа по схеме включения ОЭ с резистивной нагрузкой: положительный фронт, время рассасывания носителей и отрицательный фронт. 2. Используя метод заряда, рассчитать динамические параметры высокочастотного транзисторного ключа по схеме включения ОЭ с резистивной нагрузкой, учитывая влияние барьерной емкости коллекторного перехода $S_k$ : положительный фронт, время рассасывания носителей и отрицательный фронт.

### 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*

## КМ-4. Тиристоры

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает индивидуальное задание

### Краткое содержание задания:

Импульсные режимы работы силового тиристора.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: методика расчета основных интервалов переходных процессов в тиристорах	1. Построить осциллограммы переходных процессов переключения: управляющий ток тиристора; анодный ток тиристора; напряжение анод-катод тиристора.
---	--

	2. Построить осциллограммы переходных процессов переключения: управляющий ток тиристора; анодный ток тиристора; напряжение анод-катод тиристора.
Знать: основные составляющие потерь мощности в полупроводниковых компонентах	1. Рассчитать статические потери мощности в тиристоре.
Уметь: рассчитывать мощность статических и динамических потерь в полупроводниковых компонентах	1. Определить статические параметры ВАХ тиристора.
Уметь: рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик тиристор	1. Используя метод заряда, рассчитать динамические параметры тиристорного ключа средней мощности в переходных процессах переключения. 2. Используя метод заряда, рассчитать динамические параметры тиристорного ключа большой мощности в переходных процессах переключения.

**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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Зарядная модель биполярного транзистора, расчет положительного и отрицательного фронта транзисторного ключа

### Процедура проведения

Каждый студент получает индивидуальное задание. Время на подготовку ответа не более 45 мин.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Знает базовые структуры, характеристики и математические модели активных и пассивных компонентов электронных схем

### Вопросы, задания

1. Зарядная модель биполярного транзистора, расчет положительного и отрицательного фронта транзисторного ключа
2. Зарядная модель биполярного транзистора, расчет времени рассасывания избыточного заряда в базе транзистора
3. Зарядная модель тиристора, расчет интервала регенерации при включении тиристора
4. Зарядная модель тиристора, расчет интервала установления при включении тиристора
5. Зарядная модель запираемого тиристора, расчет интервалов выключения запираемого тиристора
6. Вольт-амперная характеристика диода в области больших и малых токов
7. Модель Эберса-Мола биполярного транзистора. Расчет входных и выходных характеристик транзистора
8. Расчет коэффициентов передачи тока биполярных транзисторов. Зависимость коэффициентов передачи от электрических параметров схемы
9. Зарядная модель диода с р-п переходом, расчет переходного процесса включения диода
10. Зарядная модель диода с р-п переходом, расчет переходного процесса выключения диода

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой из перечисленных полупроводниковых компонентов является неуправляемым ключом?

Ответы:

- а) биполярный транзистор
- б) тиристор
- в) полевой транзистор
- г) диод

Верный ответ: г) диод

2. Какой из перечисленных коэффициентов для биполярного транзистора больше 1?

Ответы:

- а) коэффициент альфа

- б) коэффициент бета
- в) коэффициент инжекции
- г) коэффициент переноса

Верный ответ: б) коэффициент бета

3. В какой базе диода при прямом смещении наблюдается линейное распределение неосновных носителей?

Ответы:

- а) в тонкой базе
- б) в толстой базе
- в) в тонкой и толстой базе
- г) неосновные носители не проникают в базу

Верный ответ: а) в тонкой базе

4. Как изменятся усилительные свойства транзистора при увеличении коэффициента инжекции эмиттерного перехода?

Ответы:

- а) не изменятся
- б) улучшатся
- в) ухудшатся
- г) усиление не зависит от коэффициента инжекции

Верный ответ: б) улучшатся

5. Сколько р-п переходов содержит структура обыкновенного тиристора?

Ответы:

- а) 2 перехода
- б) 3 перехода
- в) 4 перехода
- г) в тиристоре нет р-п переходов

Верный ответ: б) 3 перехода

6. Какой р-п переход в тиристоре смещается в обратном направлении при подаче положительного напряжения на анод?

Ответы:

- а) анодный
- б) катодный
- в) центральный
- г) все переходы смещены в прямом направлении

Верный ответ: в) центральный

7. Сколько слоев полупроводников содержится в тиристоре?

Ответы:

- а) два
- б) три
- в) четыре
- г) пять

Верный ответ: в) четыре

8. Каков основной механизм пробоя силового диода?

Ответы:

- а) туннельный
- б) сквозной
- в) лавинный
- г) не пробивается

Верный ответ: в) лавинный

9. В каком типе диода не накапливается заряд неосновных носителей?

Ответы:

- а) в диоде с р-п переходом

- б) в диоде Шоттки
- в) в импульсном диоде с р-п переходом
- г) в низкочастотном диоде с р-п переходом

Верный ответ: б) в диоде Шоттки

10. Какое название имеет диод с контактом металл-полупроводник?

Ответы:

- а) диод Шоттки
- б) диод с обратно смещенным р-п переходом
- в) диод с прямо смещенным р-п переходом
- г) стабилитрон

Верный ответ: а) диод Шоттки

11. В какой схеме подключения транзистора величина напряжения пробоя в выходной цепи будет максимальной?

Ответы:

- а) в схеме с ОБ
- б) в схеме с ОК
- г) в схеме с ОЭ
- д) при любой схеме подключения одинаково

Верный ответ: а) в схеме с ОБ

12. Какой из типов тиристора не имеет электрода управления?

Ответы:

- а) однооперационный
- б) двухоперационный
- г) семистор
- д) динистор

Верный ответ: д) динистор

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*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: 70*

*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**

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

**Для курсового проекта/работы:**

**5 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Студент представляет выполненное задание. Задание должно быть выполнено на компьютере в машинописной форме. В соответствии с программой задания студент получает вопросы, ответы на которые представляет комиссии.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: на оценку «Отлично», если студент полностью и без ошибок выполнил все этапы расчета параметров работы схемы*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Курсовая работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если при выполнении расчета студент допустил не более одной ошибки, причем ошибка не связана с существенным непониманием принципа работы устройства или применяемой методики расчета*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Курсовая работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если в процессе расчета студентом в общем верно применены основные методы расчета режимов работы схемы и продемонстрировано понимание основных принципов ее работы, однако при этом допущены ошибки, существенно повлиявшие на конечный результат;*

### ***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.