

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

Рабочая программа дисциплины
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	5 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 16 часов;
Самостоятельная работа	5 семестр - 111,4 часов;
в том числе на КП/КР	5 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	5 семестр - 4 часа;
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	5 семестр - 0,3 часа;
Защита курсовой работы	5 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

П.А. Воронин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

П.А. Рашитов

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

М.Г. Асташев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение характеристик, параметров и основных свойств полупроводниковых компонентов электронных схем

Задачи дисциплины

- изучение основных характеристик и параметров полупроводниковых компонентов электронных схем;
- овладение методами расчета и анализа переходных процессов в полупроводниковых компонентах;
- овладение методами расчета статических потерь мощности в полупроводниковых компонентах;
- овладение методами расчета динамических потерь мощности в полупроводниковых компонентах.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен строить физические и математические модели принципиальных схем, блоков, устройств и установок электроники и нанoeлектроники, осуществлять моделирование и анализ с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования	ИД-1 _{ПК-1} Знает базовые структуры, характеристики и математические модели активных и пассивных компонентов электронных схем	знать: - основные составляющие потерь мощности в полупроводниковых компонентах; - методика расчета основных интервалов переходных процессов в диодах и транзисторах; - методика расчета основных интервалов переходных процессов в тиристорах; - схемы замещения и математические модели полупроводниковых компонентов электронных схем. уметь: - рассчитывать мощность статических и динамических потерь в полупроводниковых компонентах; - определять параметры схем замещения по типовым характеристикам полупроводниковых компонентов электронных схем; - рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик тиристорov; - рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик диодов и транзисторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные типы полупроводниковых приборов, их статические и динамические характеристики
- знать методы расчета установившихся и переходных процессов в линейных электрических цепях
- уметь рассчитывать линейные электрические цепи в статических и динамических режимах

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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Полупроводниковые компоненты электронных схем	29	5	6	-	3	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Полупроводниковые компоненты электронных схем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 54-70, 83-98 [2], 22-49 [3], 17-82</p>
1.1	Основные параметры и характеристики полупроводниковых компонентов	29		6	-	3	-	-	-	-	-	20	-	
2	Переходные процессы в диодах и транзисторах	51.7		12	-	6	-	-	-	-	-	33.7	-	
2.1	Работа силовых диодов и транзисторов в импульсном режиме	51.7		12	-	6	-	-	-	-	-	33.7	-	
3	Переходные процессы в тиристорах	40		8	-	4	-	-	-	-	-	28	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Переходные процессы в тиристорах" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 282-294</p>
3.1	Ключевой режим работы одно- и двухоперационных тиристоров	40	8	-	4	-	-	-	-	-	28	-		
4	Расчет и моделирование потерь мощности в	23	6	-	3	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p>	

	полупроводниковых компонентах электронных схем												"Расчет и моделирование потерь мощности в полупроводниковых компонентах электронных схем"
4.1	Статические и динамические потери мощности в полупроводниковых компонентах	23	6	-	3	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 158-178, 316-322 [2], 561-574 [3], 139-146
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	180.0	32	-	16	16	-	4	-	0.6	111.4	-	
	Итого за семестр	180.0	32	-	16	16	-	4	-	0.6	111.4	-	

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

3.2 Краткое содержание разделов

1. Полупроводниковые компоненты электронных схем

1.1. Основные параметры и характеристики полупроводниковых компонентов

Полупроводниковые диоды. Диоды с р-п переходом. Диоды Шоттки.. Биполярные транзисторы.. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. МДП транзисторы.. Силовые тиристоры..

2. Переходные процессы в диодах и транзисторах

2.1. Работа силовых диодов и транзисторов в импульсном режиме

Переключение силовых диодов.. Переключение биполярных транзисторов на резистивную и комплексную нагрузку..

3. Переходные процессы в тиристорах

3.1. Ключевой режим работы одно- и двухоперационных тиристоров

Переходные процессы включения и выключения силовых тиристоров и запираемых тиристоров..

4. Расчет и моделирование потерь мощности в полупроводниковых компонентах электронных схем

4.1. Статические и динамические потери мощности в полупроводниковых компонентах

Статические потери (потери проводимости) в полупроводниковых ключах.. Динамические (коммутационные) потери в полупроводниковых ключах.. Расчет температуры перегрева, тепловое сопротивление..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет статических и динамических потерь мощности в полупроводниковых ключах;
2. Расчет переходного процесса включения и выключения тиристора и запираемого тиристора;
3. Расчет параметров динамической модели тиристора и запираемого тиристора;
4. Расчет параметров статической модели тиристора и запираемого тиристора;
5. Расчет переходного процесса включения и выключения транзистора;
6. Расчет переходного процесса включения и выключения диода;
7. Расчет параметров динамической модели диода и транзистора;
8. Расчет параметров статической модели диода и транзистора.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Полупроводниковые компоненты электронных схем"

2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Переходные процессы в диодах и транзисторах"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Переходные процессы в тиристорах"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Расчет и моделирование потерь мощности в полупроводниковых компонентах электронных схем"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 5 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Расчет потерь мощности в силовых транзисторах инвертора при работе на двигательную нагрузку

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Энергия динамических потерь в силовых ключах с обратным диодом
2	Относительная длительность проводящего состояния силового ключа и его встречно-параллельного диода
3	Расчет суммарной мощности статических и динамических потерь в отдельном силовом ключе со встречно-параллельным диодом

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
схемы замещения и математические модели полупроводниковых компонентов электронных схем	ИД-1пк-1	+				Контрольная работа/Статические характеристики полупроводниковых компонентов
методика расчета основных интервалов переходных процессов в тиристорах	ИД-1пк-1			+		Контрольная работа/Тиристоры
методика расчета основных интервалов переходных процессов в диодах и транзисторах	ИД-1пк-1		+			Контрольная работа/Диоды Контрольная работа/Транзисторы
основные составляющие потерь мощности в полупроводниковых компонентах	ИД-1пк-1				+	Контрольная работа/Диоды Контрольная работа/Тиристоры
Уметь:						
рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик диодов и транзисторов	ИД-1пк-1		+			Контрольная работа/Диоды Контрольная работа/Транзисторы
рассчитывать электромагнитные процессы в схемах с учетом параметров и характеристик тиристоров	ИД-1пк-1			+		Контрольная работа/Тиристоры
определять параметры схем замещения по типовым характеристикам полупроводниковых компонентов электронных схем	ИД-1пк-1	+				Контрольная работа/Статические характеристики полупроводниковых компонентов
рассчитывать мощность статических и динамических потерь в полупроводниковых компонентах	ИД-1пк-1				+	Контрольная работа/Диоды Контрольная работа/Тиристоры

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Письменная работа

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

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №5)

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

Курсовая работа (КР) (Семестр №5)

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

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник для вузов по направлению "Электроника, электромеханика и электротехнологии" / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 632 с. - ISBN 978-5-383-00169-1 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4173>;
2. В. И. Мелешин, д. А. Овчинников- "Управление транзисторными преобразователями электроэнергии", Издательство: "Техносфера", Москва, 2011 - (576 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443320>;
3. Силовые электронные приборы : учебное пособие по курсам "Электрические и электронные аппараты", "Силовая электроника", "Силовые электронные аппараты" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 100 с. - ISBN 978-5-383-00105-9 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Д-419, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-419, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-101д, Лаборатория схемотехники и автономных преобразователей	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-101д, Лаборатория схемотехники и автономных преобразователей	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, лабораторный стенд
	Д-419, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-324/2, Преподавательская каф. "Пром.эл"	кресло рабочее, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-324/5, Методический кабинет каф. "Пром.эл."	парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор,

		доска маркерная передвижная, ноутбук
--	--	--------------------------------------

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Полупроводниковые компоненты электронных схем

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Статические характеристики полупроводниковых компонентов (Контрольная работа)

КМ-2 Диоды (Контрольная работа)

КМ-3 Транзисторы (Контрольная работа)

КМ-4 Тиристоры (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

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

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

Полупроводниковые компоненты электронных схем

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Расчёт энергии динамических потерь
- КМ-2 Расчет коэффициента регулирования в схеме
- КМ-3 Расчет среднего и действующего значения тока
- КМ-4 Расчет суммарной мощности потерь

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Энергия динамических потерь в силовых ключах с обратным диодом		+			
2	Относительная длительность проводящего состояния силового ключа и его встречно–параллельного диода			+		
3	Расчет суммарной мощности статических и динамических потерь в отдельном силовом ключе со встречно–параллельным диодом				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25