

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СИЛОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.07
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 95,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Панфилов Д.И.
	Идентификатор	R54953984-PanfilovDI-b16b5a5a

(подпись)

Д.И. Панфилов

(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)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов построения и расчета полупроводниковых преобразователей для электроэнергетики

### Задачи дисциплины

- освоение современных технологий построения и применения устройств силовой электроники в электроэнергетике;
- освоение типовых схемотехнических решений преобразователей, используемых в электроэнергетике;
- приобретение навыков расчета и анализа процессов в полупроводниковых преобразователях и их систем управления.

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 проводить и сопровождать работы по проектированию устройств электроники и нанoeлектроники в соответствии с требованиями технического задания	ИД-3ПК-1 Умеет анализировать, исследовать и разрабатывать схемы узлов и блоков устройства электроники и нанoeлектроники на основе технического задания	знать: - принципы работы преобразователей в электроэнергетике и использовать нормативные и справочные документы при их расчете.  уметь: - учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника и микропроцессорная техника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать математику, физику, теоретические основы электротехники, основы преобразовательной техники в объеме курса бакалавриата
- уметь анализировать и рассчитывать электронные схемы, понимать и рассчитывать переходные процессы в схемах

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Расчет и анализ 3-х фазных электрических схем.	19	3	2	-	2	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет и анализ 3-х фазных электрических схем." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет и анализ 3-х фазных электрических схем. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр 10-40</p>
1.1	3-х фазные электрические схемы. Расчет 3-х фазных электрических сетей. Магистральные и распределительные сети	19		2	-	2	-	-	-	-	-	15	-	
2	Силовые полупроводниковые ключи	23		4	-	4	-	-	-	-	-	15	-	
2.1	Силовые полупроводниковые ключи. Основные справочные характеристики. Полупроводниковые коммутаторы.	23		4	-	4	-	-	-	-	-	15	-	

														[1], п.3
3	Устройства силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей	34	10	-	6	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Устройства силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей и подготовка к контрольной работе
3.1	Основные типы устройств силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей.	34	10	-	6	-	-	-	-	-	-	18	-	
4	Системы управления устройствами силовой электроники для работы в цифровых сетях. Моделирование устройств силовой электроники в электрических сетях.	27	12	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Системы управления устройствами силовой электроники для работы в цифровых сетях. Моделирование устройств силовой электроники в электрических сетях"
4.1	Применение устройств силовой электроники в цифровых электрических сетях.	27	12	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
5	Применение устройств силовой электроники и построение системы управления для работы в цифровых сетях	23	4	-	4	-	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Применение устройств силовой электроники и построение системы управления для работы в цифровых сетях" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>
5.1	Особенности построения, расчета и применения устройств силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей.	23	4	-	4	-	-	-	-	-	-	15	-	

													Изучение материалов по разделу Применение устройств силовой электроники и построение системы управления для работы в цифровых сетях и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение</u></b> <b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение устройств силовой электроники и построение системы управления для работы в цифровых сетях" <b><u>Изучение материалов литературных</u></b> <b><u>источников:</u></b> [2], п.4
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	78	17.7	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	95.7		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Расчет и анализ 3-х фазных электрических схем.

1.1. 3-х фазные электрические схемы. Расчет 3-х фазных электрических сетей.  
Магистральные и распределительные сети

Трехфазные электрические сети. Методы расчета. Вычисление и измерение мощностей.  
Магистральные и распределительные сети, особенности их построения и режимов работы.  
Методы управления режимами работы электрических сетей.

#### 2. Силовые полупроводниковые ключи

2.1. Силовые полупроводниковые ключи. Основные справочные характеристики.  
Полупроводниковые коммутаторы.

Силовые полупроводниковые ключи. Классификация, параметры, управление.

#### 3. Устройства силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей

3.1. Основные типы устройств силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей.

Устройства силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей..

#### 4. Системы управления устройствами силовой электроники для работы в цифровых сетях. Моделирование устройств силовой электроники в электрических сетях.

4.1. Применение устройств силовой электроники в цифровых электрических сетях.  
Применение устройств силовой электроники в цифровых электрических сетях..

#### 5. Применение устройств силовой электроники и построение системы управления для работы в цифровых сетях

5.1. Особенности построения, расчета и применения устройств силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей.

Регулирование напряжения силовых трансформаторов. Проблемы и решения.  
Применение тиристорных коммутаторов для управления напряжением силовых трансформаторов. Работа коммутатора при различных типах нагрузки. Статические компенсаторы мощности для управления режимами работы 3-х фазных сетей. Регуляторы напряжения для управления режимами работы электрических сетей. Малогабаритные управляемые устройства продольной компенсации.

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

1. 4. Разработка структуры системы управления для различных типов устройств силовой электроники. Моделирование режимов работы устройств силовой электроники в электрических сетях. (4 часа);
2. 3. Расчет компенсаторов мощности при различных топологиях их построения. (4 часа);
3. 2. Силовые полупроводниковые ключи и полупроводниковые коммутаторы. (4 часа);
4. 1. Расчет режима работы трехфазной схемы с различными типами нагрузки. (2 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет и анализ 3-х фазных электрических схем."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Силовые полупроводниковые ключи"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устройства силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей"

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет и анализ 3-х фазных электрических схем."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Силовые полупроводниковые ключи"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устройства силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей"
4. Консультация по теме "Системы управления устройствами силовой электроники для работы в цифровых сетях. Моделирование устройств силовой электроники в электрических сетях"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Применение устройств силовой электроники и построение системы управления для работы в цифровых сетях"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
принципы работы преобразователей в электроэнергетике и использовать нормативные и справочные документы при их расчете	ИД-3ПК-1		+				Контрольная работа/Расчет режима работы трехфазной схемы с различными типами нагрузок Контрольная работа/Силовые полупроводниковые ключи и коммутаторы
<b>Уметь:</b>							
учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	ИД-3ПК-1		+	+	+	+	Контрольная работа/Разработка структуры системы управления для различных типов устройств силовой электроники. Моделирование режимов работы устройств силовой электроники в электрических сетях Контрольная работа/Расчет компенсаторов мощности при различных топологиях их построения

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

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

**3 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Разработка структуры системы управления для различных типов устройств силовой электроники. Моделирование режимов работы устройств силовой электроники в электрических сетях (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет компенсаторов мощности при различных топологиях их построения (Контрольная работа)
2. Расчет режима работы трехфазной схемы с различными типами нагрузок (Контрольная работа)
3. Силовые полупроводниковые ключи и коммутаторы (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Оценка за освоение дисциплины выставляется в соответствии с положением о балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ".

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. Попков, О. З. Основы преобразовательной техники : учебное пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / О. З. Попков . – 3-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 200 с. - ISBN 978-5-383-00402-9 . [http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5389](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5389);
2. Зиновьев, Г. С. Силовая электроника : учебное пособие для бакалавров, по специальности "Промышленная электроника" / Г. С. Зиновьев, Новосибирский государственный технический ун-т (НГТУ) . – 5-е изд., испр. и доп . – М. : Юрайт, 2015 . – 667 с. – (Бакалавр. Углубленный курс) . - ISBN 978-5-9916-1972-1 .;
3. Попков О.З.- "Основы преобразовательной техники", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011638.html>.

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

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

5. Acrobat Reader;
6. SimInTech;
7. LTSpice.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНИТИ 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. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
12. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
13. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 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
	Б-305, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-305, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-305, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-324/1, Преподавательская каф."Пром.эл."	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды
Помещения для хранения оборудования и учебного	Е-324/5, Методический кабинет каф.	парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в

инвентаря	"Пром.эл."	Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
-----------	------------	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Силовая энергетическая электроника

(название дисциплины)

## 3 семестр

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

- КМ-1 Расчет режима работы трехфазной схемы с различными типами нагрузок (Контрольная работа)
- КМ-2 Силовые полупроводниковые ключи и коммутаторы (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчет компенсаторов мощности при различных топологиях их построения (Контрольная работа)
- КМ-4 Разработка структуры системы управления для различных типов устройств силовой электроники. Моделирование режимов работы устройств силовой электроники в электрических сетях (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	10	14
1	Расчет и анализ 3-х фазных электрических схем.					
1.1	3-х фазные электрические схемы. Расчет 3-х фазных электрических сетей. Магистральные и распределительные сети		+	+		
2	Силовые полупроводниковые ключи					
2.1	Силовые полупроводниковые ключи. Основные справочные характеристики. Полупроводниковые коммутаторы.				+	+
3	Устройства силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей					
3.1	Основные типы устройств силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей.				+	+
4	Системы управления устройствами силовой электроники для работы в цифровых сетях. Моделирование устройств силовой электроники в электрических сетях.					
4.1	Применение устройств силовой электроники в цифровых электрических сетях.				+	+
5	Применение устройств силовой электроники и построение системы управления для работы в цифровых сетях					
5.1	Особенности построения, расчета и применения устройств силовой электроники для управления режимами работы электрических сетей.				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25