

**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**  
**УСТРОЙСТВА СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01.16</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 63,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Тестирование</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серегин Д.А.
	Идентификатор	R5209bc37-SereginDA-9c53cea2

(подпись)

Д.А. Серегин

(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 схемотехники и методов расчёта устройств силовой электроники различного функционального назначения для последующего их использования в проектировании.

### Задачи дисциплины

- Изучить схемные решения силовой части преобразовательных устройств для конкретных приложений в промышленности и энергетике;
- Приобрести навыки принятия конкретных обоснованных технических решений при конструировании устройств силовой электроники для электроэнергетики, электропривода, электротехнологии и светотехники..

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-2 Способен выполнять расчет и проектирование устройств электроники и нанoeлектроники и их систем	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем	знать: - Двухнаправленные сетевые AC/DC преобразователи.; - Резонансные инверторы.; - Двухнаправленные DC/DC преобразователи.  уметь: - Рассчитывать рабочие режимы и схемы устройств силовой электроники;.

## 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 схемные решения, характеристики, расчетные соотношения устройств силовой электроники для энергетике, электропривода, электротехнологии и светотехники построенных на современной элементной базе.
- уметь Рассчитывать рабочие режимы и схемы устройств силовой электроники.

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 3 зачетных единицы, 108 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	Функциональное назначение и сферы применения устройств силовой электроники. Активные выпрямители.	16	8	6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Назначение и требования к активным выпрямителям. Типовые характеристики</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 428-468</p>	
1.1	Функциональное назначение и сферы применения устройств силовой электроники.	5		2	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-
1.2	Средства повышения электромагнитной совместимости с сетью.	6		2	-	2	-	-	-	-	-	-	2		-
1.3	Активные выпрямители. Схемная реализация, принцип работы.	5		2	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-
2	Двунаправленные сетевые AC/ DC преобразователи.	18		8	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
2.1	Однофазный AC/DC преобразователь. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы.	5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Назначение и область применения. Системы с возобновляемыми источниками энергии</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 104-127</p>	
2.2	Построение	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		

	трехфазных двунаправленных AC/ DC преобразователей													
2.3	Сетевые AC/DC преобразователи на полностью управляемых силовых ключах для электроэнергетики. Компенсаторы неактивных составляющих мощности. Принцип построения и работы.	5	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-		
2.4	Примеры реализации AC/DC преобразователей для электропривода и источников бесперебойного питания.	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
3	Двунаправленные DC/DC преобразователи	18	6	-	4	-	-	-	-	-	8	-		
3.1	Двунаправленный DC/DC преобразователь. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы. Внешние и регулировочные характеристики.	5	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-		
3.2	Четырех квадрантный DC/DC преобразователь для электропривода постоянного тока. Построение, принцип работы, электромагнитные	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
													<p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b>  <b><u>теоретического материала:</u></b> Область применения. Системы питания электроники и автоматики  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  [3], стр. 270-271</p>	

	процессы.													
3.3	Двухнаправленный DC/DC преобразователь с согласующим трансформатором. Зарядно-разрядный преобразователь. Пример построения и работы.	5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	
4	Резонансные инверторы.	20	8	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Преимущества и недостатки. Основные технические решения резонансных преобразователей.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 5-32</p>
4.1	Резонансные инверторы классификация и области применения.	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
4.2	Последовательный резонансный инвертор. Принцип построения и работы.	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
4.3	Параллельный резонансный инвертор. Принцип построения и работы.	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
4.4	Мостовой параллельный резонансный с закрытым входом для питания индукционной установки. Анализ и расчет.	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	
4.5	Полумостовой параллельный резонансный с открытым входом для разрядных ламп. Анализ и расчет.	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	
4.6	Резонансные	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	

	инверторы в источниках вторичного электропитания. Пример реализации. Основные расчетные соотношения.												
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0	28	-	14	-	2	-	-	0.5	30	33.5	
	Итого за семестр	108.0	28	-	14		2		-	0.5		63.5	

**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. Функциональное назначение и сферы применения устройств силовой электроники. Активные выпрямители.

1.1. Функциональное назначение и сферы применения устройств силовой электроники.

1.2. Средства повышения электромагнитной совместимости с сетью.

1.3. Активные выпрямители. Схемная реализация, принцип работы.

### 2. Двухнаправленные сетевые AC/ DC преобразователи.

2.1. Однофазный AC/DC преобразователь. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы.

2.2. Построение трехфазных двухнаправленных AC/ DC преобразователей

2.3. Сетевые AC/DC преобразователи на полностью управляемых силовых ключах для электроэнергетики. Компенсаторы неактивных составляющих мощности. Принцип построения и работы.

2.4. Примеры реализации AC/DC преобразователей для электропривода и источников бесперебойного питания.

### 3. Двухнаправленные DC/ DC преобразователи

3.1. Двухнаправленный DC/DC преобразователь. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы. Внешние и регулировочные характеристики.

3.2. Четырех квадрантный DC/DC преобразователь для электропривода постоянного тока. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы.

3.3. Двухнаправленный DC/DC преобразователь с согласующим трансформатором. Зарядно-разрядный преобразователь. Пример построения и работы.

### 4. Резонансные инверторы.

4.1. Резонансные инверторы классификация и области применения.

4.2. Последовательный резонансный инвертор. Принцип построения и работы.

4.3. Параллельный резонансный инвертор. Принцип построения и работы.

4.4. Мостовой параллельный резонансный с закрытым входом для питания индукционной установки. Анализ и расчет.

4.5. Полумостовой параллельный резонансный с открытым входом для разрядных ламп. Анализ и расчет.

4.6. Резонансные инверторы в источниках вторичного электропитания. Пример реализации. Основные расчетные соотношения.

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

1. Примеры реализации AC/DC преобразователей для электропривода и источников бесперебойного питания.;
2. Средства повышения электромагнитной совместимости с сетью.;
3. Активные выпрямители. Схемная реализация, принцип работы.;
4. Однофазный AC/DC преобразователь. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы.;
5. Построение трехфазных двунаправленных AC/ DC преобразователей;
6. Сетевые AC/DC преобразователи на полностью управляемых силовых ключах для электроэнергетики. Компенсаторы неактивных составляющих мощности. Принцип построения и работы.;
7. Двунаправленный DC/DC преобразователь. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы. Внешние и регулировочные характеристики.;
8. Параллельный резонансный инвертор. Принцип построения и работы.;
9. Двунаправленный DC/DC преобразователь с согласующим трансформатором. Зарядно-разрядный преобразователь. Пример построения и работы.;
10. Резонансные инверторы классификация и области применения.;
11. Последовательный резонансный инвертор. Принцип построения и работы.;
12. Мостовой параллельный резонансный с закрытым входом для питания индукционной установки. Анализ и расчет.;
13. Полумостовой параллельный резонансный с открытым входом для разрядных ламп. Анализ и расчет.;
14. Резонансные инверторы в источниках вторичного электропитания. Пример реализации. Основные расчетные соотношения.;
15. Четырех квадрантный DC/DC преобразователь для электропривода постоянного тока. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы.;
16. Функциональное назначение и сферы применения устройств силовой электроники..

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

### 3.5 Консультации

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

1. Примеры применения. Классификация
2. Схемотехнические решения. Временные диаграммы. Основные расчетные соотношения. Способы управления
3. Схемотехнические решения. Временные диаграммы. Основные расчетные соотношения
4. Схемотехнические решения. Временные диаграммы. Инверторы с последовательным резонансом, с параллельным резонансом

### 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	
<b>Знать:</b>						
Двунаправленные DC/DC преобразователи	ИД-1ПК-2			+		Контрольная работа/Контрольная работа №2 Расчет силовой части обратимого преобразователя постоянного тока
Резонансные инверторы.	ИД-1ПК-2				+	Контрольная работа/Контрольная работа № 3 Расчет резонансных инверторов
Двунаправленные сетевые AC/DC преобразователи.	ИД-1ПК-2		+			Тестирование/Тест №1 Схемные решения двунаправленных AC/DC преобразователей
<b>Уметь:</b>						
Рассчитывать рабочие режимы и схемы устройств силовой электроники;	ИД-1ПК-2	+				Контрольная работа/Контрольная работа №1. Расчет активного выпрямителя

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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 3 Расчет резонансных инверторов (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №1. Расчет активного выпрямителя (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №2 Расчет силовой части обратимого преобразователя постоянного тока (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Тест №1 Схемные решения двунаправленных AC/DC преобразователей (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №8)*

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Поляков, В. Д. Источники питания разрядных ламп : Учебное пособие по курсу "Энергетическая электроника" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / В. Д. Поляков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 56 с. - ISBN 5-7046-0808-6 .;
2. Попков О.З.- "Основы преобразовательной техники", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011638.html>;
3. Справочник по силовой электронике / Ю. К. Розанов, П. А. Воронин, С. Е. Рывкин, Е. Е. Чаплыгин ; ред. Ю. К. Розанов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2014 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00872-0 ..

### **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.

### **5.3 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 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
	А-312, Учебная аудитория "А"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-312, Учебная аудитория "А"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-312, Учебная аудитория "А"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
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-324/2, 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****Устройства силовой электроники**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Контрольная работа №1. Расчет активного выпрямителя (Контрольная работа)  
 КМ-2 Тест №1 Схемные решения двунаправленных AC/DC преобразователей (Тестирование)  
 КМ-3 Контрольная работа №2 Расчет силовой части обратимого преобразователя постоянного тока (Контрольная работа)  
 КМ-4 Контрольная работа № 3 Расчет резонансных инверторов (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Функциональное назначение и сферы применения устройств силовой электроники. Активные выпрямители.					
1.1	Функциональное назначение и сферы применения устройств силовой электроники.		+			
1.2	Средства повышения электромагнитной совместимости с сетью.		+			
1.3	Активные выпрямители. Схемная реализация, принцип работы.		+			
2	Двунаправленные сетевые AC/ DC преобразователи.					
2.1	Однофазный AC/DC преобразователь. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы.			+		
2.2	Построение трехфазных двунаправленных AC/ DC преобразователей			+		
2.3	Сетевые AC/DC преобразователи на полностью управляемых силовых ключах для электроэнергетики. Компенсаторы неактивных составляющих мощности. Принцип построения и работы.			+		
2.4	Примеры реализации AC/DC преобразователей для электропривода и источников бесперебойного питания.			+		
3	Двунаправленные DC/ DC преобразователи					
3.1	Двунаправленный DC/DC преобразователь. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы. Внешние и регулировочные характеристики.				+	
3.2	Четырех квадрантный DC/DC преобразователь для электропривода постоянного тока. Построение, принцип работы, электромагнитные процессы.				+	

3.3	Двунаправленный DC/DC преобразователь с согласующим трансформатором. Зарядно-разрядный преобразователь. Пример построения и работы.			+	
4	Резонансные инверторы.				
4.1	Резонансные инверторы классификация и области применения.				+
4.2	Последовательный резонансный инвертор. Принцип построения и работы.				+
4.3	Параллельный резонансный инвертор. Принцип построения и работы.				+
4.4	Мостовой параллельный резонансный с закрытым входом для питания индукционной установки. Анализ и расчет.				+
4.5	Полумостовой параллельный резонансный с открытым входом для разрядных ламп. Анализ и расчет.				+
4.6	Резонансные инверторы в источниках вторичного электропитания. Пример реализации. Основные расчетные соотношения.				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25