

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.22
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	5 семестр - 5;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	180 часов
<b>Лекции</b>	5 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	5 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	5 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	5 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	5 семестр - 113,5 часов;
<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>	
Контрольная работа	
Лабораторная работа	
Индивидуальный проект	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Попков О.З.
	Идентификатор	Rf6d8c936-PopkovOZ-de410db9

(подпись)

О.З. Попков

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

(подпись)

А.Г. Васьков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении элементной базой и схемных решений устройств промышленной электроники. Изучение основных схем, принципа работы, основных характеристик и параметров устройств преобразовательной техники

### Задачи дисциплины

- изучение принципов работы основных полупроводниковых приборов, их характеристик и параметров;
- изучение принципа работы устройств силовой электроники, основных характеристик и параметров изучаемых схем;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем конструировании и эксплуатации устройств силовой электроники.

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
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-4 <sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств	знать: - принцип работы основных полупроводниковых приборов, их характеристики и параметры.  уметь: - рассчитывать параметры электронных схем.
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-6 <sub>ОПК-4</sub> Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	знать: - основные схемные решения устройств преобразовательной техники.  уметь: - анализировать и синтезировать электронные устройства.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Элементная база устройств промышленной электроники	21	5	4	3	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Повторение изученного на предыдущих практических занятиях материала по элементной базе устройств промышленной электроники</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Элементная база устройств промышленной электроники и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 5-14 [2], стр. 24-51 [5], стр. 30-45</p>	
1.1	Введение	21		4	3	4	-	-	-	-	-	10	-		
2	Сетевые преобразователи	75		16	7	12	-	-	-	-	-	-	40		-
2.1	Выпрямители неуправляемые	44		12	4	8	-	-	-	-	-	-	20		-
2.2	Выпрямители управляемые	31	4	3	4	-	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе № 2 "Исследование схемы неуправляемого трехфазного выпрямителя по мостовой схеме" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной</p>	

																		<p>работы, составить домашнюю подготовку</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе № 1 "Исследование схемы неуправляемого трехфазного выпрямителя по схеме с нулевым выводом" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, составить домашнюю подготовку</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сетевые преобразователи" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[4], стр. 5-10 [6], стр. 20-68</p>
3	Зависимые инверторы	14		4	2	-	-	-	-	-	-	8	-					<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе № 3 "Исследование схемы управляемого трехфазного выпрямителя по схеме с нулевым выводом" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, составить домашнюю подготовку
3.1	Зависимые инверторы	14		4	2	-	-	-	-	-	-	8	-					<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Зависимые инверторы"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Зависимые инверторы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Зависимые инверторы"</p>

													<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 315-404
4	Автономные инверторы	34	8	4	-	-	-	-	-	-	22	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе № 3 "Исследование схемы управляемого трехфазного выпрямителя по схеме с нулевым выводом" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, составить домашнюю подготовку
4.1	Регуляторы переменного и постоянного напряжения	16	4	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе № 2 "Исследование схемы неуправляемого трехфазного выпрямителя по мостовой схеме" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, составить домашнюю подготовку
4.2	Автономные инверторы	18	4	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе № 1 "Исследование схемы неуправляемого трехфазного выпрямителя по схеме с нулевым выводом" необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, составить домашнюю подготовку <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автономные инверторы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 172-198
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16		2		-	0.5		113.5	

**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. Элементная база устройств промышленной электроники

##### 1.1. Введение

Место силовой электроники в современной технике. Основные определения. Элементная база электрон. устройств силовой электроники.

#### 2. Сетевые преобразователи

##### 2.1. Выпрямители неуправляемые

Основные схемы неуправляемых однофазных и многофазных выпрямителей, принцип действия, основные расчетные соотношения для выбора элементов схемы. Особенности работы выпрямителей на индуктивную, емкостную нагрузки и на противо ЭДС. Выходные фильтры, расчет их параметров. Внешние характеристики мощных выпрямителей.

##### 2.2. Выпрямители управляемые

Особенности работы управляемых выпрямителей в режимах непрерывного и прерывистых токов. Внешние и регулировочные характеристики мощных выпрямителей.

#### 3. Зависимые инверторы

##### 3.1. Зависимые инверторы

Принцип действия. Внешние и регулировочные характеристики.

#### 4. Автономные инверторы

##### 4.1. Регуляторы переменного и постоянного напряжения

Принцип действия. Входные и регулировочные характеристики.

##### 4.2. Автономные инверторы

Принцип действия. Входные и регулировочные характеристики.

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

1. Расчет однофазных выпрямителей, работающих на активную нагрузку;
2. Расчет выпрямителей, работающих на активно-индуктивную нагрузку;
3. Расчет выпрямителей, работающих на противо - ЭДС;
4. Расчет выпрямителей с емкостным фильтром;
5. Расчет трехфазного выпрямителя с нулевым выводом, работающего на активно-индуктивную нагрузку;
6. Расчет трехфазного мостового выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку;
7. Расчет схемы зависимого инвертора.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование схемы управляемого трехфазного выпрямителя по схеме с нулевым выводом;
2. Исследование схемы неуправляемого трехфазного выпрямителя по мостовой схеме;
3. Исследование схемы неуправляемого трехфазного выпрямителя по схеме с нулевым выводом.



### 3.5 Консультации

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Элементная база устройств промышленной электроники"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сетевые преобразователи"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчётное задание «Сетевой преобразователь»"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автономные инверторы"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Элементная база устройств промышленной электроники"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сетевые преобразователи"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчётное задание «Сетевой преобразователь»"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Автономные инверторы"

### 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>						
принцип работы основных полупроводниковых приборов, их характеристики и параметры	ИД-4ОПК-4	+				Контрольная работа/Контрольная работа «Элементная база»
основные схемные решения устройств преобразовательной техники	ИД-6ОПК-4		+	+	+	Индивидуальный проект/Расчётное задание «Сетевой преобразователь»
<b>Уметь:</b>						
рассчитывать параметры электронных схем	ИД-4ОПК-4		+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1; «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2; «Неуправляемые выпрямители (мостовая)»
анализировать и синтезировать электронные устройства	ИД-6ОПК-4		+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3; «Управляемые выпрямители»

## **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. Контрольная работа «Элементная база» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчётное задание «Сетевой преобразователь» (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 3; «Управляемые выпрямители» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №1; «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №2; «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

#### *Экзамен (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. Попков, О. З. Физические основы электроники. Конспект лекций : учебное пособие по курсу "Физические основы электроники" по направлениям "Электроника и микроэлектроника", "Электротехника", "Электромеханика и электротехнологии" / О. З. Попков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 100 с. - ISBN 978-5-383-00392-3 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=777](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=777);
2. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника : Учебник для энергетических и электромеханических специальностей вузов / Ю. С. Забродин . – 2-е изд., стер . – М. : Альянс, 2008 . – 496 с. - ISBN 978-5-903034-34-5 .;
3. 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/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4173](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4173);

4. Попков, О. З. Информационная и энергетическая электроника : Сборник задач : Методическое пособие по курсам "Физические основы электроники", "Информационно-измерительная техника", "Основы преобразовательной техники" / О. З. Попков, Е. Е. Чаплыгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 36 с.;
5. 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 .;
6. Попков О.З.- "Основы преобразовательной техники", Издательство: "МЭИ", Москва, 2010 - (200 с.)  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004029.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.

### 5.3 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/>

## 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
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-101г, Лаборатория общего практикума	стол, стул, шкаф, доска маркерная, лабораторный стенд
	Е-101в, Лаборатория общего практикума	стол, стул, шкаф, тумба, доска маркерная, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-101г, Лаборатория общего практикума	стол, стул, шкаф, доска маркерная, лабораторный стенд

	Е-101в, Лаборатория общего практикума	стол, стул, шкаф, тумба, доска маркерная, лабораторный стенд
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Промышленная электроника

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа «Элементная база» (Контрольная работа)  
 КМ-2 Защита лабораторной работы №1; «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Защита лабораторной работы №2; «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» (Лабораторная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторной работы № 3; «Управляемые выпрямители» (Лабораторная работа)  
 КМ-5 Расчётное задание «Сетевой преобразователь» (Индивидуальный проект)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	5	9	11	13
1	Элементная база устройств промышленной электроники						
1.1	Введение		+				
2	Сетевые преобразователи						
2.1	Выпрямители неуправляемые			+	+		+
2.2	Выпрямители управляемые					+	+
3	Зависимые инверторы						
3.1	Зависимые инверторы					+	+
4	Автономные инверторы						
4.1	Регуляторы переменного и постоянного напряжения					+	
4.2	Автономные инверторы						+
Вес КМ, %:			10	20	20	20	30