

**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**  
**ОСНОВЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

<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.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>6 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 123,5 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>Лабораторная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2019**

## 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	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 принципа работы, основных характеристик и параметров устройств преобразовательной техники

### Задачи дисциплины

- 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
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: - характеристики и параметры электронных приборов, элементную базу устройств преобразовательной техники, принцип работы основных полупроводниковых приборов, их характеристик и параметров.  уметь: - выбирать элементы схемы, рассчитывать параметры электронных схем.
ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование устройств электроники и нанoeлектроники и их систем	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Умеет проводить расчеты и исследование характеристик устройств и систем электроники и нанoeлектроники	знать: - методы расчета линейных электрических цепей, основные схемные решения устройств преобразовательной техники, параметры и математические модели электрических цепей.  уметь: - рассчитывать линейные электрические цепи, производить расчет схем 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.

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	Введение	21	6	2	-	1	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала при подготовке к контрольной работе «Элементная база» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.4-5	
1.1	Элементная база	21		2	-	1	-	-	-	-	-	18	-		
2	Выпрямители не управляемые	24		6	-	3	-	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к защите лабораторной работы №1: «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторной работы №1: «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.6-73 [3], стр.14-50 [5], стр. 1-10
2.1	Фильтры	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-		
2.2	Неуправляемые выпрямители	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-		
2.3	Коммутационные процессы вентильных преобразователей	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-		
3	Выпрямители управляемые	56		10	12	5	-	-	-	-	-	-	29	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к защите лабораторной работы №2: «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторной работы №2: «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.1	Управляемые выпрямители	24		4	4	2	-	-	-	-	-	-	14	-	
3.2	Коммутационные процессы вентильных преобразователей - управляемых выпрямителей	32		6	8	3	-	-	-	-	-	-	15	-	

												<b><u>источников:</u></b> [1], стр.75-93 [5], стр. 11-20 [6], стр.50-123 [7], стр. 20-68	
4	Зависимые инверторы	20	4	-	2	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
4.1	Зависимые инверторы	20	4	-	2	-	-	-	-	-	14	-	Подготовка к защите лабораторной работы №3: «Управляемые выпрямители» <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторной работы №3: «Управляемые выпрямители» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.95-103 [2], стр.72-90 [5], стр. 21-35
5	Регуляторы переменного напряжения	23	6	-	3	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к защите расчетного задания «Сетевой преобразователь».
5.1	Преобразователи частоты и регуляторы переменного напряжения	23	6	-	3	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполнение расчетного задания «Сетевой преобразователь». <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.104-192 [4], стр.111-134 [5], стр. 36-40
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	28	12	14	-	2	-	-	0.5	90	33.5	
	Итого за семестр	180.0	28	12	14	2	-	-	-	0.5	123.5		

**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. Введение

#### 1.1. Элементная база

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

### 2. Выпрямители не управляемые

#### 2.1. Фильтры

Выходные фильтры, расчет их параметров..

#### 2.2. Неуправляемые выпрямители

Основные схемы неуправляемых однофазных и многофазных выпрямителей, принцип действия, основные расчетные соотношения для выбора элементов схемы..

#### 2.3. Коммутационные процессы вентильных преобразователей

Особенности работы выпрямителей на индуктивную, емкостную нагрузки и на противо ЭДС. Внешние характеристики мощных выпрямителей..

### 3. Выпрямители управляемые

#### 3.1. Управляемые выпрямители

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

#### 3.2. Коммутационные процессы вентильных преобразователей - управляемых выпрямителей

Особенности работы управляемых выпрямителей на индуктивную, емкостную нагрузки и на противо ЭДС. Внешние характеристики мощных управляемых выпрямителей..

### 4. Зависимые инверторы

#### 4.1. Зависимые инверторы

Принцип действия. Входные и регулировочные характеристики. Преобразователи частоты с непосредственной связью, принцип действия, регулировочные характеристики..

### 5. Регуляторы переменного напряжения

#### 5.1. Преобразователи частоты и регуляторы переменного напряжения

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

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по выполнению контрольной работы «Элементная база»  
Текущий контроль (ТК)
1. Обсуждение материалов по подготовке к защите лабораторной работы №1: «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)»
2. Обсуждение материалов по подготовке к защите лабораторной работы №2: «Неуправляемые выпрямители (мостовая)»
3. Обсуждение материалов по подготовке к защите лабораторной работы №3: «Управляемые выпрямители»
4. Консультации по выполнению расчётного задания «Сетевой преобразователь»

### **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>							
характеристики и параметры электронных приборов, элементную базу устройств преобразовательной техники, принцип работы основных полупроводниковых приборов, их характеристик и параметров	ИД-1ПК-2	+	+				Контрольная работа/Контрольная работа «Элементная база»
методы расчета линейных электрических цепей, основные схемные решения устройств преобразовательной техники, параметры и математические модели электрических цепей	ИД-2ПК-2		+	+	+	+	Расчетно-графическая работа/Расчётное задание «Сетевой преобразователь»
<b>Уметь:</b>							
выбирать элементы схемы, рассчитывать параметры электронных схем	ИД-1ПК-2		+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1: «Неуправляемые выпрямители (схема с нулевым выводом)»
рассчитывать линейные электрические цепи, производить расчет схем устройств силовой электроники	ИД-2ПК-2			+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2: «Неуправляемые выпрямители (мостовая)» 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**

#### **6 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа «Элементная база» (Контрольная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Расчётное задание «Сетевой преобразователь» (Расчётно-графическая работа)

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 №6)*

Оценка по дисциплине выставляется в соответствии с положением о балльно-рейтинговой структуре

**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 . – 2-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 200 с. - ISBN 978-5-383-00112-7 .;
2. 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);
3. 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 .;
4. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник для вузов по направлению "Электротехника и электротехника" / Ю. К. Розанов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – 2-е изд., испр. и перераб . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 508 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 г. -

ISBN 978-5-7046-1988-8 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10744](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10744);

5. 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.;

6. 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 .;

7. 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;
3. Windows;
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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## **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
	Г-305, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-305, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор,

		экран, компьютер персональный, 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
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-101в, Лаборатория общего практикума	стол, стул, шкаф, тумба, доска маркерная, лабораторный стенд
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, 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-324/6, Преподавательская каф. "Пром.эл."	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, 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

### Основы преобразовательной техники

(название дисциплины)

#### 6 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» (Расчетно-графическая работа)

#### 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	Введение						
1.1	Элементная база		+				
2	Выпрямители не управляемые						
2.1	Фильтры		+				
2.2	Неуправляемые выпрямители			+			
2.3	Коммутационные процессы вентильных преобразователей						+
3	Выпрямители управляемые						
3.1	Управляемые выпрямители				+	+	
3.2	Коммутационные процессы вентильных преобразователей - управляемых выпрямителей						+
4	Зависимые инверторы						
4.1	Зависимые инверторы						+
5	Регуляторы переменного напряжения						
5.1	Преобразователи частоты и регуляторы переменного напряжения						+
Вес КМ, %:			10	20	20	20	30

