

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрические аппараты управления и распределения энергии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ**


<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.09.01.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 77,5 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>Коллоквиум</b> <b>Реферат</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

(подпись)


М.Г. Киселев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курбатов П.А.
	Идентификатор	R1a0c0ffa-KurbatovPA-23b01cca

(подпись)

П.А. Курбатов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

(подпись)

М.Г. Киселев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение принципов функционирования устройств управления потоками энергии на основе силовых полупроводниковых регуляторов посредством разработки и изучения их компьютерных моделей.

### Задачи дисциплины

- Освоить принципы работы силовых электронных аппаратов для различных применений;
- Приобрести навыки разработки компьютерных моделей полупроводниковых силовых устройств с системами управления;
- Приобрести навыки отладки и проверки работы компьютерных моделей силовой части и системы управления;
- Приобрести навыки анализа полученных характеристик устройств;
- Приобрести навыки выбора оптимальных параметров силовой части полупроводниковых силовых устройств и 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 участвовать в планировании, организации и выполнении исследований и анализировать полученные результаты	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Формулирует задачу исследования на основе критического анализа научно-технической информации в области электрических аппаратов	знать: - Современное состояние развития полупроводниковой базы, нетрадиционных источников энергии, применение сетевых регуляторов для возобновляемой энергетики и в умных сетях и для повышения качества электроэнергии.  уметь: - Разрабатывать и исследовать компьютерные модели полупроводниковых регуляторов из постоянного тока в постоянный.; - Разрабатывать и исследовать компьютерные модели полупроводниковых выпрямителей.
ПК-2 Способен по результатам исследований выбирать и проектировать новые эффективные технические решения в области профессиональной деятельности	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Применяет стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств и прикладные программы для проектирования элементов электрических и электронных аппаратов	знать: - Принцип оценки тепловых потерь в силовых электронных преобразователях; - Принцип работы многоуровневых инверторов.  уметь: - Разрабатывать и исследовать компьютерные модели устройств компенсации реактивной мощности; - Разрабатывать и исследовать компьютерные модели инверторов и однофазных сетевых регуляторов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрические аппараты управления и распределения энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать принципы работы базовых схем силовой электроники
- знать методы расчетов электрических цепей и переходных процессов
- уметь разрабатывать модели электрических цепей в специализированном программном обеспечении
- уметь применять методы расчетов электрических цепей

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	Регуляторы постоянного тока	27	1	4	6	8	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Регуляторы постоянного тока"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <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 "Регуляторы постоянного тока" 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 практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Регуляторы постоянного тока" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Регуляторы постоянного тока"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
1.1	Полупроводниковые силовые приборы	18		2	6	4	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Регуляторы постоянного тока	9		2	-	4	-	-	-	-	-	3	-	

[5], 24-97

													[6], 51-78 [7], 296-336 [8], 252-272	
2	Выпрямители	16	2	-	8	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Выпрямители"
2.1	Диодные и тиристорные выпрямители	8	1	-	4	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
2.2	Корректор коэффициента мощности	8	1	-	4	-	-	-	-	-	-	3	-	<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 "Выпрямители" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Выпрямители" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Выпрямители" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 188-213
3	Инверторы напряжения и регуляторы	28.5	4.5	6	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Инверторы напряжения и регуляторы"
3.1	Однофазный инвертор напряжения	8	1	-	4	-	-	-	-	-	-	3	-	<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
3.2	Трехфазный инвертор напряжения	1.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
3.3	Четырехквadrантный	8	1	-	4	-	-	-	-	-	-	3	-	



													занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Повышение качества электроэнергии" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 50-89
5	Современные тенденции в силовой электронике	14.5	1.5	4	-	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 249-310 [2], 249-310
5.1	Умные сети	5.5	0.5	2	-	-	-	-	-	-	3	-	
5.2	Электромобили, электрозарядка	4.5	0.5	1	-	-	-	-	-	-	3	-	
5.3	Беспроводная зарядка	4.5	0.5	1	-	-	-	-	-	-	3	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16.0	16	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16.0	16	32		2		-	0.5		77.5	

**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. Регуляторы постоянного тока

#### 1.1. Полупроводниковые силовые приборы

Основные понятия в теории полупроводниковых материалов и их применение. p-n переход.. Силовые диоды. Силовые транзисторы: MOSFET, IGBT.. Современные тенденции развития силовых полупроводниковых приборов..

#### 1.2. Регуляторы постоянного тока

Линейный регулятор напряжения постоянного тока. Импульсные регуляторы напряжения постоянного тока.

### 2. Выпрямители

#### 2.1. Диодные и тиристорные выпрямители

Диодный выпрямитель. Диодный выпрямитель с выходным фильтром. Однофазный тиристорный выпрямитель. Анализ качества тока.

#### 2.2. Корректор коэффициента мощности

Принцип работы. Система управления.

### 3. Инверторы напряжения и регуляторы

#### 3.1. Однофазный инвертор напряжения

Принцип работы инвертора напряжения без широтно-импульсной модуляции. Импульсная модуляция в преобразователях переменного/постоянного тока. Несущий и опорный сигналы. Коэффициент модуляции. Однофазный полумостовой инвертор напряжения. Регулирование основной гармоники выходного напряжения изменением коэффициента модуляции. Традиционные методы ШИМ в автономных инверторах. Однополярная и двуполярная модуляции в однофазных инверторах. Модифицированные методы синусоидальной ШИМ.

#### 3.2. Трехфазный инвертор напряжения

Принцип работы трехфазного инвертора. Способы управления. Широтно-импульсная модуляция..

#### 3.3. Четырехквadrантный регулятор

Принцип работы и структура четырехквadrантного регулятора. Топографическая диаграмма. Режимы работы регулятора: инвертирование, выпрямление, регулирование реактивной мощностью. Активный фильтр.

#### 3.4. Многоуровневые схемы инвертора напряжения

Многоуровневый преобразователь с диодной блокировкой. Многоуровневый преобразователь с ячейко-гнездовой структурой конденсаторов. Многоуровневый преобразователь на H-каскадах.

### 4. Повышение качества электроэнергии

#### 4.1. Показатели качества электроэнергии

Понятие идеальной электрической сети и нагрузки. Стандарты качества электроэнергии. Нормы качества электроэнергии. Мощность и неактивные составляющие..

#### 4.2. Способы повышения качества электроэнергии

Компенсация реактивной мощности. Пассивные фильтры. Симметрирование токов и напряжений.

#### 4.3. Компенсация реактивной мощности на основе конденсаторов

Расчет емкости конденсаторов. Вопрос коммутации конденсаторов..

#### 4.4. Компенсация реактивной мощности на встречно-параллельных тиристорах

Принцип работы. Работа встречно-параллельных тиристорov на индуктивную нагрузку. Эквивалентная индуктивность. Расчет параметров компенсатора. Компенсация реактивной мощности.

#### 4.5. Теория мощности

Классическая теория мощности в однофазных сетях. Комплексная мощность. Коэффициент мощности.. Теория мощности при несинусоидальных условиях. Определение мощности по Будеани и по Фрайзу. Теория мощности в трехфазных цепях. Теория мгновенной мощности. Преобразование Кларк. Преобразование Парка-Горева.

### 5. Современные тенденции в силовой электронике

#### 5.1. Умные сети

Структура, принцип действия. Перспективы развития..

#### 5.2. Электромобили, электрозарядка

Структура, принцип действия. Перспективы развития..

#### 5.3. Беспроводная зарядка

Структура, принцип действия. Перспективы развития..

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

1. Регулирование напряжения, использованием активной зоны транзистора;
2. Импульсные регуляторы постоянного тока;
3. Теория мощностей. Методы расчетов мощностей.;
4. Исследование однофазного диодного и тиристорного выпрямителей;
5. Моделирование и исследование корректора коэффициента мощности;
6. Однофазный мостовой инвертор напряжения;
7. Однофазный четырехквadrантный регулятор. Применение сетевых регуляторов в умных сетях;
8. Компенсация реактивной мощностью с помощью конденсаторов;
9. Регулирование реактивной мощностью статическим тиристорным компенсатором.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Оценка тепловых потерь полупроводниковых преобразователей;
2. Многоуровневый инвертор напряжения.

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Регуляторы постоянного тока"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выпрямители"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Инверторы напряжения и регуляторы"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Повышение качества электроэнергии"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Современные тенденции в силовой электронике"

### **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>							
Современное состояние развития полупроводниковой базы, нетрадиционных источников энергии, применение сетевых регуляторов для возобновляемой энергетики и в умных сетях и для повышения качества электроэнергии	ИД-1ПК-1					+	Реферат/Современные тенденции в силовой электронике
Принцип работы многоуровневых инверторов	ИД-4ПК-2			+			Коллоквиум/Многоуровневые схемы инверторов
Принцип оценки тепловых потерь в силовых электронных преобразователях	ИД-4ПК-2	+					Коллоквиум/Оценка потерь в трехфазном инверторе
<b>Уметь:</b>							
Разрабатывать и исследовать компьютерные модели полупроводниковых выпрямителей	ИД-1ПК-1		+				Коллоквиум/Выпрямители
Разрабатывать и исследовать компьютерные модели полупроводниковых регуляторов из постоянного тока в постоянный.	ИД-1ПК-1	+					Коллоквиум/Регуляторы постоянного тока
Разрабатывать и исследовать компьютерные модели инверторов и однофазных сетевых регуляторов	ИД-4ПК-2			+			Коллоквиум/Инверторы и четырехквadrантный регулятор
Разрабатывать и исследовать компьютерные модели устройств компенсации реактивной мощности	ИД-4ПК-2				+		Коллоквиум/Компенсация реактивной мощности

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

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

#### **1 семестр**

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Современные тенденции в силовой электронике (Реферат)

Форма реализации: Защита задания

1. Инверторы и четырехквadrантный регулятор (Коллоквиум)
2. Многоуровневые схемы инверторов (Коллоквиум)
3. Оценка потерь в трехфазном инверторе (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Выпрямители (Коллоквиум)
2. Компенсация реактивной мощности (Коллоквиум)
3. Регуляторы постоянного тока (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №1)

Оценка выставляется с учетом оценки за работу в семестре в соответствии с регламентом БАРС.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

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

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

1. Бурман, А. П. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по направлениям "Электроэнергетика", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / А. П. Бурман, Ю. К. Розанов, Ю. Г. Шакарян . – М. : Изд-во МЭИ, 2012 . – 336 с. - ISBN 978-5-383-00738-9 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4247](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4247);
2. Розанов Ю.К. , Бурман А.П. , Шакарян Ю.Г. - "Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (384 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72311](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72311);
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 .;

4. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / И. И. Карташев, и др. ; ред. Ю. В. Шаров . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 347 с. - ISBN 978-5-383-01074-7 .;
5. Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения : учебное пособие / В. Я. Фролов, и др. – СПб. : Лань-Пресс, 2019 . – 228 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-3507-4 .;
6. Воронин, П. А. Силовые полупроводниковые ключи: Семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин . – М. : Додэка-XXI, 2001 . – 384 с. - ISBN 5-941200-10-2 .;
7. Розанов Ю. К., Рябчицкий М. В., Кваснюк А. А.- "Силовая электроника", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (632 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72283](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72283);
8. Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е.- "Справочник по силовой электронике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2014 - (474 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72289](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72289).

### 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. SimInTech.

### 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 журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
10. 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
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	ЭЭА-7, Типограф	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для документов, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, компьютер персональный, инвентарь учебный, дипломные и курсовые работы студентов
Учебные аудитории для	ЭЭА-7,	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф

проведения лабораторных занятий	Типограф	для документов, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, компьютер персональный, инвентарь учебный, дипломные и курсовые работы студентов
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	ЭЭА-7, Типограф	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для документов, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, компьютер персональный, инвентарь учебный, дипломные и курсовые работы студентов
Помещения для самостоятельной работы	ЭЭА-7, Типограф	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для документов, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, компьютер персональный, инвентарь учебный, дипломные и курсовые работы студентов
Помещения для консультирования	ЭЭА-13, Аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, экран, доска маркерная, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭЭА-26, Архив	стол, стул, документы

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Силовые электронные аппараты**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Регуляторы постоянного тока (Коллоквиум)  
 КМ-2 Оценка потерь в трехфазном инверторе (Коллоквиум)  
 КМ-3 Выпрямители (Коллоквиум)  
 КМ-4 Инверторы и четырехквadrантный регулятор (Коллоквиум)  
 КМ-5 Многоуровневые схемы инверторов (Коллоквиум)  
 КМ-6 Компенсация реактивной мощности (Коллоквиум)  
 КМ-7 Современные тенденции в силовой электронике (Реферат)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	7	6	8	13	16	14
1	Регуляторы постоянного тока								
1.1	Полупроводниковые силовые приборы			+					
1.2	Регуляторы постоянного тока		+						
2	Выпрямители								
2.1	Диодные и тиристорные выпрямители				+				
2.2	Корректор коэффициента мощности				+				
3	Инверторы напряжения и регуляторы								
3.1	Однофазный инвертор напряжения					+			
3.2	Трехфазный инвертор напряжения					+			
3.3	Четырехквadrантный регулятор					+			
3.4	Многоуровневые схемы инвертора напряжения						+		
4	Повышение качества электроэнергии								
4.1	Показатели качества электроэнергии							+	

4.2	Способы повышения качества электроэнергии						+	
4.3	Компенсация реактивной мощности на основе конденсаторов						+	
4.4	Компенсация реактивной мощности на встречно-параллельных тиристорах						+	
4.5	Теория мощности						+	
5	Современные тенденции в силовой электронике							
5.1	Умные сети							+
5.2	Электромобили, электрозарядка							+
5.3	Беспроводная зарядка							+
Вес КМ, %:		15	10	15	15	10	10	25