

**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: Моделирование в электроэнергетике и электротехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.03 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 3 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 3 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 79,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 3 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рожков А.Н. |
| | Идентификатор | R9429b7ad-RozhkovAN-a1946786 |

(подпись)

А.Н. Рожков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Козьмина И.С. |
| | Идентификатор | Ra036a963-KozminaIS-f85c8f2a |

(подпись)

И.С. Козьмина

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Тулский В.Н. |
| | Идентификатор | R292b173d-TulskyVN-7e812984 |

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: является изучение принципов функционирования и моделирования устройств силовой электроники, предназначенных для работы в электроэнергетике

Задачи дисциплины

- освоение современной элементной базы силовой электроники;
- освоение типовых схемотехнических решений преобразователей силовой электроники, используемых в электроэнергетике;
- приобретение навыков расчета и моделирования полупроводниковых преобразователей силовой электроники;
- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений на основе результатов моделирования 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 Способность принимать участие в решении исследовательских задач в рамках реализации научного проекта | ИД-4 _{ПК-2} Знает информационные технологии, используемые в науке и технике | знать: - методы анализа устройств силовой электроники; - входной язык автоматизированной программы компьютерного моделирования устройств силовой электроники. уметь: - применять анализ устройств силовой электроники при выполнении научных исследований. |
| ПК-3 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике | ИД-1 _{ПК-3} Владеет навыками работы с электроэнергетическими и электротехническими системами, устройствами силовой электроники и организации процесса обработки и анализа информации | знать: - схемы замещения устройств силовой электроники и их параметры. уметь: - рассчитывать установившиеся и переходные процессы в устройствах силовой электроники с помощью автоматизированных программ анализа и моделирования. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Моделирование в электроэнергетике и электротехнике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 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 | Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники | 11 | 3 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 100...325 [3], стр.60 ... 130 [7], стр. 5...96 [8], стр. 6...12 [9], стр. 1...30</p> |
| 1.1 | Виды преобразования электрической энергии (постоянного напряжения в переменное, переменное в постоянное, постоянное в постоянное и т.д.). Силовые полупроводниковые ключи. Диод. Тиристор. Транзисторы. Основные характеристики. Потери мощности. Тепловые характеристики силовых полупроводниковых ключей. Схемы замещения и модели | 11 | | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 6 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|----|---|----|---|---|---|---|---|----|---|--|--|
| | элементной базы устройств силовой электроники | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ведомые сетью преобразователи электрической энергии | 46 | 12 | - | 14 | - | - | - | - | - | 20 | - | | |
| 2.1 | Однофазные выпрямители. Сглаживающие фильтры. Многофазные схемы выпрямления. Управляемые выпрямители. Зависимые инверторы. Реверсивный преобразователь. Преобразователь частоты с непосредственной связью. Высоковольтная система электропередачи постоянного тока. Регуляторы-стабилизаторы переменного напряжения. Компенсирующие устройства (продольные, поперечные). Фазоповоротные устройства с тиристорными коммутаторами. | 46 | 12 | - | 14 | - | - | - | - | - | 20 | - | | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Ведомые сетью преобразователи электрической энергии"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Ведомые сетью преобразователи электрической энергии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Ведомые сетью преобразователи электрической энергии и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Ведомые сетью преобразователи электрической энергии"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр. 1...64 [4], стр. 188 ... 250 [5], стр. 578 ... 754 [8], стр. 13...103 [9], стр. 188...250</p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|----|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | Модели ведомых сетей преобразователей электрической энергии | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть | 12 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 3.1 | Понятие коэффициента мощности. Моделирование и анализ влияния выпрямителей на питающую сеть. Способы повышения коэффициента мощности с помощью устройств силовой электроники. Преобразователи с повышенным коэффициентом мощности. Компенсаторы реактивной мощности и мощности искажений | 12 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 188... 190 [8], стр. 104...110 |
| 4 | Автономные преобразователи силовой электроники | 38 | 8 | - | 10 | - | - | - | - | - | 20 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автономные преобразователи силовой электроники" |
| 4.1 | Автономные инверторы напряжения. | 38 | 8 | - | 10 | - | - | - | - | - | 20 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | Автономные инверторы тока. Импульсные регуляторы напряжения. Преобразователи частоты. Статические компенсаторы реактивной мощности (СТАТКОМ). Объединенные регуляторы потоков мощности (ОРПМ). Активные фильтры. Модели автономных преобразователей силовой электроники | | | | | | | | | | | | Изучение материала по разделу "Автономные преобразователи силовой электроники" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Автономные преобразователи силовой электроники и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Автономные преобразователи силовой электроники" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 253 ... 470 [5], стр. 157 ... 458 [8], стр. 132...192 [9], стр. 252...470 |
| 5 | Системы управления преобразователями силовой электроники | 19 | 5 | - | 4 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Системы управления преобразователями силовой электроники" |
| 5.1 | Драйверы силовых полупроводниковых ключей. Системы импульсно-фазового управления ведомыми преобразователями. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Частотно-импульсная модуляция (ЧИМ). Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Моделирование систем управления устройствами силовой | 19 | 5 | - | 4 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Системы управления преобразователями силовой электроники и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Системы управления преобразователями силовой электроники" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Системы управления преобразователями силовой электроники" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных</u> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|---------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|--------------|--------------|--|
| | электроники | | | | | | | | | | | | <u>источников:</u> [6], стр. 18 ... 206 [9], стр. 117...185 [10], стр. 3...200 |
| | Зачет с оценкой | 18.00 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.70 | |
| | Всего за семестр | 144.00 | 32 | - | 32 | - | - | - | - | 0.3 | 62 | 17.70 | |
| | Итого за семестр | 144.00 | 32 | - | 32 | - | - | - | - | 0.3 | 79.70 | | |

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. Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники

1.1. Виды преобразования электрической энергии (постоянного напряжения в переменное, переменное в постоянное, постоянное в постоянное и т.д.). Силовые полупроводниковые ключи. Диод. Тиристор. Транзисторы. Основные характеристики. Потери мощности. Тепловые характеристики силовых полупроводниковых ключей. Схемы замещения и модели элементной базы устройств силовой электроники

2. Ведомые сетью преобразователи электрической энергии

2.1. Однофазные выпрямители. Сглаживающие фильтры. Многофазные схемы выпрямления. Управляемые выпрямители. Зависимые инверторы. Реверсивный преобразователь. Преобразователь частоты с непосредственной связью. Высоковольтная система электропередачи постоянного тока. Регуляторы-стабилизаторы переменного напряжения. Компенсирующие устройства (продольные, поперечные). Фазоповоротные устройства с тиристорными коммутаторами. Модели ведомых сетью преобразователей электрической энергии

3. Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть

3.1. Понятие коэффициента мощности. Моделирование и анализ влияния выпрямителей на питающую сеть. Способы повышения коэффициента мощности с помощью устройств силовой электроники. Преобразователи с повышенным коэффициентом мощности. Компенсаторы реактивной мощности и мощности искажений

4. Автономные преобразователи силовой электроники

4.1. Автономные инверторы напряжения. Автономные инверторы тока. Импульсные регуляторы напряжения. Преобразователи частоты. Статические компенсаторы реактивной мощности (СТАТКОМ). Объединенные регуляторы потоков мощности (ОРПМ). Активные фильтры. Модели автономных преобразователей силовой электроники

5. Системы управления преобразователями силовой электроники

5.1. Драйверы силовых полупроводниковых ключей. Системы импульсно-фазового управления ведомыми преобразователями. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Частотно-импульсная модуляция (ЧИМ). Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Моделирование систем управления устройствами силовой электроники

3.3. Темы практических занятий

1. Вводное занятие. Элементная база силовой электроники;
2. Устройства преобразования электрической энергии;
3. Модели и характеристики полупроводниковых ключей силовой электроники;

4. Моделирование ведомых сетью преобразователей электрической энергии;
5. Расчет коэффициента мощности преобразователя. Влияние на работу электрической сети;
6. Моделирование автономных преобразователей электрической энергии;
7. Моделирование систем управления преобразователями электрической энергии.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Ведомые сетью преобразователи электрической энергии"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Автономные преобразователи силовой электроники"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы управления преобразователями силовой электроники"

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 | |
| Знать: | | | | | | | |
| входной язык автоматизированной программы компьютерного моделирования устройств силовой электроники | ИД-4 _{ПК-2} | + | | | | | Контрольная работа/Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники |
| методы анализа устройств силовой электроники | ИД-4 _{ПК-2} | | + | | | | Контрольная работа/Ведомые сетью преобразователи электрической энергии |
| схемы замещения устройств силовой электроники и их параметры | ИД-1 _{ПК-3} | | | + | | | Контрольная работа/Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть. |
| Уметь: | | | | | | | |
| применять анализ устройств силовой электроники при выполнении научных исследований | ИД-4 _{ПК-2} | | | | + | | Контрольная работа/Автономные преобразователи силовой электроники |
| рассчитывать установившиеся и переходные процессы в устройствах силовой электроники с помощью автоматизированных программ анализа и моделирования | ИД-1 _{ПК-3} | | | | | + | Контрольная работа/Системы управления преобразователями силовой электроники |

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: Билеты (письменный опрос)

1. Автономные преобразователи силовой электроники (Контрольная работа)
2. Ведомые сетью преобразователи электрической энергии (Контрольная работа)
3. Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники (Контрольная работа)
4. Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть. (Контрольная работа)
5. Системы управления преобразователями силовой электроники (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

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 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. Автономные преобразователи. Конспект лекций : Учебное пособие по курсу "Основы преобразовательной техники" по направлениям "Электроника и микроэлектроника", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / О. З. Попков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 64 с. - ISBN 5-7046-0978-3 .;
2. Воронин, П. А. Силовые полупроводниковые ключи: Семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин . – М. : Додэка-XXI, 2001 . – 384 с. - ISBN 5-941200-10-2 .;
3. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : эволюция и применение : [учебное издание] / Ю. К. Розанов . – М. : Знак, 2018 . – 139 с. - ISBN 978-5-87789-077-0 .;
4. 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. Дьяконов, В. П. MATLAB и Simulink в электроэнергетике : справочник / В. П. Дьяконов, А. А. Пеньков . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2009 . – 816 с. - ISBN 978-5-9912011-4-8 .;
6. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB-SIMULINK). Практикум : учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко, А. Ю. Келина . – Санкт-Петербург : Лань, 2020 . – 280 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-3771-9 .;

7. Дьяконов, В. П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5: Основы применения / В. П. Дьяконов . – М. : Солон-Пресс, 2002 . – 768 с. – (Полное руководство пользователя) . - ISBN 5-9800300-7-7
 .;
8. Попков О.З.- "Основы преобразовательной техники", Издательство: "МЭИ", Москва, 2010 - (200 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004029.html>;
9. 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;
10. В. П. Дьяконов- "MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7. Основы применения", (2-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2008 - (800 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117820>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции;
4. 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
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>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;
<http://docs.cntd.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|-------------------------------|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-407, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-409, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения | Ж-407, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |

| | | |
|--|--|--|
| промежуточной аттестации | | |
| 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 хранения оборудования и учебного инвентаря | З-403/56, Помещение каф. "ТОЭ" | стул, шкаф |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование устройств силовой электроники

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники (Контрольная работа)
- КМ-2 Ведомые сетью преобразователи электрической энергии (Контрольная работа)
- КМ-3 Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть. (Контрольная работа)
- КМ-4 Автономные преобразователи силовой электроники (Контрольная работа)
- КМ-5 Системы управления преобразователями силовой электроники (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 6 | 8 | 12 | 14 |
| 1 | Виды преобразования электрической энергии. Элементная база силовой электроники | | | | | | |
| 1.1 | Виды преобразования электрической энергии (постоянного напряжения в переменное, переменное в постоянное, постоянное в постоянное и т.д.). Силовые полупроводниковые ключи. Диод. Тиристор. Транзисторы. Основные характеристики. Потери мощности. Тепловые характеристики силовых полупроводниковых ключей. Схемы замещения и модели элементной базы устройств силовой электроники | | + | | | | |
| 2 | Ведомые сетью преобразователи электрической энергии | | | | | | |
| 2.1 | Однофазные выпрямители. Сглаживающие фильтры. Многофазные схемы выпрямления. Управляемые выпрямители. Зависимые инверторы. Реверсивный преобразователь. Преобразователь частоты с непосредственной связью. Высоковольтная система электропередачи постоянного тока. Регуляторы-стабилизаторы переменного напряжения. Компенсирующие устройства (продольные, поперечные). Фазопоротные устройства с тиристорными коммутаторами. Модели ведомых сетью преобразователей электрической энергии | | | + | | | |
| 3 | Коэффициент мощности сетевого преобразователя. Влияние преобразователя на питающую сеть | | | | | | |

| | | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|----|
| 3.1 | Понятие коэффициента мощности. Моделирование и анализ влияния выпрямителей на питающую сеть. Способы повышения коэффициента мощности с помощью устройств силовой электроники. Преобразователи с повышенным коэффициентом мощности. Компенсаторы реактивной мощности и мощности искажений | | | + | | |
| 4 | Автономные преобразователи силовой электроники | | | | | |
| 4.1 | Автономные инверторы напряжения. Автономные инверторы тока. Импульсные регуляторы напряжения. Преобразователи частоты. Статические компенсаторы реактивной мощности (СТАТКОМ). Объединенные регуляторы потоков мощности (ОРПМ). Активные фильтры. Модели автономных преобразователей силовой электроники | | | | + | |
| 5 | Системы управления преобразователями силовой электроники | | | | | |
| 5.1 | Драйверы силовых полупроводниковых ключей. Системы импульсно-фазового управления ведомыми преобразователями. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Частотно-импульсная модуляция (ЧИМ). Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Моделирование систем управления устройствами силовой электроники | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 15 | 25 | 15 | 25 | 20 |