

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: Электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ СИСТЕМ С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ
ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

| | |
|---|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.08.10 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 8 семестр - 14 часов; |
| Практические занятия | 8 семестр - 28 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 8 семестр - 16 часов; |
| Самостоятельная работа | 8 семестр - 117,2 часов; |
| в том числе на КП/КР | 8 семестр - 17,7 часов; |
| Иная контактная работа | 8 семестр - 4 часа; |
| включая: Тестирование Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 8 семестр - 0,5 часа; |
| Защита курсового проекта | 8 семестр - 0,3 часа; |
| | всего - 0,8 часа |

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Крюков К.В. |
| | Идентификатор | Rb30e87a2-KriukovKV-9a471f61 |

(подпись)

К.В. Крюков

(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 особенностей применения и способов построения электроэнергетических комплексов на базе электронных аппаратов и возобновляемых источников энергии с целью формирования компетентности в области электроаппаратостроения и выполнения выпускной бакалаврской работы.

Задачи дисциплины

- Знакомство с современными электронными аппаратами и комплексами на их основе для электроэнергетических систем возобновляемыми источниками энергии;
- Получение информации о принципах действия и схемотехнических решениях по силовым электронным устройствам, применяемым в электроэнергетике;
- Получение информации о способах управления современными статическими аппаратами в электроэнергетических системах;
- Получение навыков по принятию обоснованных технических решений при использовании электронных аппаратов в комплексах электроэнергетических систем.

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-6 Способен принимать участие в проектировании, предлагать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических и электронных аппаратов | ИД-2ПК-6 Применяет навыки расчета и выбора основных элементов электрических и электронных аппаратов | знать: - Алгоритмы управления регуляторами постоянного тока в системах с возобновляемыми источниками энергии. уметь: - Создавать модели регуляторов постоянного тока для систем с возобновляемыми источниками энергии. |
| ПК-6 Способен принимать участие в проектировании, предлагать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических и электронных аппаратов | ИД-3ПК-6 Применяет специализированное программное обеспечение при проектировании электрических и электронных аппаратов | знать: - Команды MATLAB для организации параметрического анализа, графического представления данных и организации обмена данными с облачным сервисом ThingSpeak. уметь: - Создавать модели регуляторов переменного тока для систем с возобновляемыми источниками энергии. |
| ПК-7 Способен осуществлять поиск научно-технической информации и | ИД-3ПК-7 Применяет навыки оформления и формирует элементы технической документации на | знать: - Схемы силовых электронных регуляторов для систем с возобновляемыми источниками энергии. |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|--|
| участвовать в составлении, подготовке и оформлении технической документации | проектируемые электротехнические устройства | уметь: - Выбирать датчики для систем управления регуляторами постоянного тока и организовывать сбор, хранение и обработку данных при помощи облачного сервиса ThingSpeak. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрические и электронные аппараты (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 | Применение электронных аппаратов в электроэнергетических системах | 4 | 8 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции по материалам. [Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учебное пособие / Ю.К. Розанов, А.П. Бурман, Ю.Г. Шакарян. — М.: МЭИ, 2012. — 384 с] - стр.25-34, стр.35-64 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.25-34, стр.35-64</p> | |
| 1.1 | Место электронных аппаратов в электроэнергетических комплексах | 4 | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | | |
| 2 | Моделирование электронных аппаратов и комплексов в программном комплексе Matlab / Simulink | 22 | | - | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 16 | | - |
| 2.1 | Особенности построения обобщённых компьютерных моделей электронных регуляторов для систем с возобновляемыми источниками энергии в программном | 22 | | - | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 16 | | - |
| | | | | | | | | | | | | | | <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции по материалам [Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С. В. Поршневу. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-1063-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/650] - стр.674-712 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 674-712 [4], 674-712</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---|---|
| | комплексе Matlab / Simulink | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Электронные регуляторы постоянного тока и их применение в электроэнергетических комплексах | 28 | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 16 | - | <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции по материалам [Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учебное пособие / Ю.К. Розанов, А.П. Бурман, Ю.Г. Шакарян. — М.: МЭИ, 2012. — 384 с] - стр.252-261, стр.275-284, стр.288-295 [Справочник по силовой электронике / Ю.К. Розанов, П.А. Воронин, С.Е. Рывкин, Е.Е. Чаплыгин ; под ред. Ю.К. Розанова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014] - стр.254-262</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.252-261, стр.275-284, стр.288-295 [3], стр.254-262 [5], 254-262</p> |
| 3.1 | Основные виды альтернативных источников энергии. Типовые структуры систем на базе возобновляемых источников энергии. Накопители электроэнергии. Типовые схемы регуляторов постоянного тока. Алгоритмы управления регуляторами постоянного тока. Примеры моделирования. | 28 | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 16 | - | | |
| 4 | IoT устройства в системах с возобновляемыми источниками энергии | 26 | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 16 | - | | |
| 4.1 | Понятие "Интернет вещей" (IoT). Облачный IoT сервис ThingSpeak. Способы организации обмена данными между датчиками и сервисом ThingSpeak. Примеры MATLAB-кода для | 26 | 4 | - | 6 | - | - | - | - | - | 16 | - | | |
| | | | | | | | | | | | | | | <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции по материалам: 1. Документация по MATLAB на русском языке URL: https://docs.exponenta.ru/stateflow/index.html 2. ESP8266:Примеры/Выполнение ежедневной задачи с помощью ESP8266 URL: http://wikihandbk.com/wiki/ESP8266:%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%8B/%D0%92%D1%8B%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B5%D0%B6%D0</p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | выполнения предобработки, визуализации и анализа данных. | | | | | | | | | | | | %B5%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8_%D1%81_%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%89%D1%8C%D1%8E_ESP8266 3.Хранение в ThingSpeak информации о температуре и влажности, URL: http://www.radioradar.net/radiofan/miscellaneous/storage_thing_speak_information_temperature_humidity.html 4.Отправляем данные в ThingSpeak через WiFi модуль ESP8266, URL: https://diyhobby.ru/articles/otpravlyаем-dannie-v-thingspeak-cherez-wifi-modul-esp8266 |
| 5 | Электронные регуляторы в децентрализованных системах электроснабжения | 28 | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 16 | - | <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции по материалам: [Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учебное пособие / Ю.К. Розанов, А.П. Бурман, Ю.Г. Шакарян. — М.: МЭИ, 2012. — 384 с] - стр.73-78, стр.104-119, стр.120-125 стр.126-136, стр.303-307 [Справочник по силовой электронике / Ю.К. Розанов, П.А. Воронин, С.Е. Рывкин, Е.Е. Чаплыгин ; под ред. Ю.К. Розанова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014] - стр.243-250 |
| 5.1 | Понятие активной, реактивной и искажающей мощностей. Понятие коэффициента мощности. Необходимость коррекции коэффициента мощности. Методы коррекции коэффициента мощности. Схемы электронных аппаратов для коррекции коэффициента мощности. Понятие активной фильтрации. Схемы активных | 28 | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 16 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.73-78, стр.104-119, стр.120-125 стр.126-136, стр.303-307 [3], стр.243-250 [5], 243-250 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-------|----|---|----|----|---|---|---|-----|-------|------|--|
| | фильтров. Примеры моделирования | | | | | | | | | | | | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Курсовой проект (КП) | 36.0 | - | - | - | 14 | - | 4 | - | 0.3 | 17.7 | - | |
| | Всего за семестр | 180.0 | 14 | - | 28 | 14 | 2 | 4 | - | 0.8 | 83.7 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 180.0 | 14 | - | 28 | 16 | | 4 | | 0.8 | 117.2 | | |

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. Применение электронных аппаратов в электроэнергетических системах

1.1. Место электронных аппаратов в электроэнергетических комплексах
Основные понятия. Классификация электронных аппаратов. Примеры применения..

2. Моделирование электронных аппаратов и комплексов в программном комплексе Matlab / Simulink

2.1. Особенности построения обобщённых компьютерных моделей электронных регуляторов для систем с возобновляемыми источниками энергии в программном комплексе Matlab / Simulink

Программная среда Matlab / Simulink для моделирования силовых электронных аппаратов. Примеры моделей силовых электронных регуляторов.

3. Электронные регуляторы постоянного тока и их применение в электроэнергетических комплексах

3.1. Основные виды альтернативных источников энергии. Типовые структуры систем на базе возобновляемых источников энергии. Накопители электроэнергии. Типовые схемы регуляторов постоянного тока. Алгоритмы управления регуляторами постоянного тока. Примеры моделирования.

Основные виды альтернативных источников энергии. Типовые структуры систем на базе возобновляемых источников энергии. Накопители электроэнергии. Типовые схемы регуляторов постоянного тока. Алгоритмы управления регуляторами постоянного тока. Примеры моделирования..

4. IoT устройства в системах с возобновляемыми источниками энергии

4.1. Понятие "Интернет вещей" (IoT). Облачный IoT сервис ThingSpeak. Способы организации обмена данными между датчиками и сервисом ThingSpeak. Примеры MATLAB-кода для выполнения предобработки, визуализации и анализа данных.

Понятие "Интернет вещей" (IoT). Облачный IoT сервис ThingSpeak. Способы организации обмена данными между датчиками и сервисом ThingSpeak. Примеры MATLAB-кода для выполнения предобработки, визуализации и анализа данных..

5. Электронные регуляторы в децентрализованных системах электроснабжения

5.1. Понятие активной, реактивной и искажающей мощностей. Понятие коэффициента мощности. Необходимость коррекции коэффициента мощности. Методы коррекции коэффициента мощности. Схемы электронных аппаратов для коррекции коэффициента мощности. Понятие активной фильтрации. Схемы активных фильтров. Примеры моделирования

Понятие активной, реактивной и искажающей мощностей. Понятие коэффициента мощности. Необходимость коррекции коэффициента мощности. Методы коррекции коэффициента мощности. Схемы электронных аппаратов для коррекции коэффициента мощности. Понятие активной фильтрации. Схемы активных фильтров. Примеры моделирования.

3.3. Темы практических занятий

1. Создание моделей электронных регуляторов в Matlab / Simulink;
2. Моделирование регуляторов переменного тока в децентрализованных системах электроснабжения;
3. Моделирование систем управления электронными регуляторами для ВИЭ;
4. Моделирование регуляторов постоянного тока в системах возобновляемыми источниками энергии;
5. Параметрический анализ характеристик регуляторов в Matlab / Simulink. Использование m-файлов для задания алгоритмов управления регуляторами;
6. Организация обмена данными между датчиками и облачным сервисом ThingSpeak.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

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 "Моделирование электронных аппаратов и комплексов в программном комплексе Matlab / Simulink"
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 "Электронные регуляторы постоянного тока и их применение в электроэнергетических комплексах"
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 "IoT устройства в системах с возобновляемыми источниками энергии"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

8 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Разработайте модуль преобразовательных устройств, осуществляющих контроль параметров ФЭП и управление режимами работы, для автономной системы с фотоэлектрическими преобразователями. Конфигурация системы: ФЭП -- Регулятор постоянного тока -- Аккумуляторная батарея -- Нагрузка постоянного тока.

- Разработайте модуль преобразовательных устройств, осуществляющих контроль параметров ФЭП и управление режимами работы, для автономной системы с фотоэлектрическими преобразователями. Конфигурация системы: ФЭП -- Инвертор -- Нагрузка переменного тока.

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 4 | 5 - 8 | 9 - 10 | 11 - 14 | Зачетная |
|--------------------------|-------|-------|--------|---------------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1, 2 | 3 | 4 | 1, 2, 3, 4, 5 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 20 | 35 | 20 | 25 | - |

| | | | | | |
|---|----|----|----|-----|---|
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 20 | 55 | 75 | 100 | - |
|---|----|----|----|-----|---|

| | |
|---------------|--|
| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
| 1 | Расчет параметров и выбор основных элементов регулятора постоянного тока и расчет дросселя регулятора постоянного тока |
| 2 | Выбор датчиков тока и напряжения и расчет параметров схем согласования сигналов с датчиков |
| 3 | Разработка программы для реализации алгоритма поиска точки максимальной мощности |
| 4 | Организация передачи, обработки и визуализации данных с датчиков при помощи облачного сервиса ThingSpeak |
| 5 | Разработка компоновки макета регулятора |

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: | | | | | | | |
| Алгоритмы управления регуляторами постоянного тока в системах с возобновляемыми источниками энергии | ИД-2ПК-6 | | | + | | | Тестирование/Системы экстремального регулирования |
| Команды MATLAB для организации параметрического анализа, графического представления данных и организации обмена данными с облачным сервисом ThingSpeak | ИД-3ПК-6 | | | | + | | Тестирование/Команды языка MATLAB |
| Схемы силовых электронных регуляторов для систем с возобновляемыми источниками энергии | ИД-3ПК-7 | + | | | | | Тестирование/Электронные регуляторы для систем с ВИЭ |
| Уметь: | | | | | | | |
| Создавать модели регуляторов постоянного тока для систем с возобновляемыми источниками энергии | ИД-2ПК-6 | | + | | | | Контрольная работа/Регуляторы постоянного тока в системах с ВИЭ |
| Создавать модели регуляторов переменного тока для систем с возобновляемыми источниками энергии | ИД-3ПК-6 | | | | | + | Контрольная работа/Электронные регуляторы переменного тока |
| Выбирать датчики для систем управления регуляторами постоянного тока и организовывать сбор, хранение и обработку данных при помощи облачного сервиса ThingSpeak | ИД-3ПК-7 | | | | + | | Контрольная работа/Настройка датчиков для IoT устройств |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Команды языка MATLAB (Тестирование)
2. Настройка датчиков для IoT устройств (Контрольная работа)
3. Регуляторы постоянного тока в системах с ВИЭ (Контрольная работа)
4. Системы экстремального регулирования (Тестирование)
5. Электронные регуляторы для систем с ВИЭ (Тестирование)
6. Электронные регуляторы переменного тока (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Оценка за курс выставляется как среднее арифметическое из оценки за текущий контроль и оценки за промежуточную аттестацию

Курсовой проект (КП) (Семестр №8)

Оценка за курс выставляется как среднее арифметическое из оценки за текущий контроль и оценки за промежуточную аттестацию

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. 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;
2. Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С. В. Поршнев . – 2-е изд., испр . – СПб. : Лань-Пресс, 2011 . – 736 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1063-7 .;
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. Поршнев С. В.- "Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2011 - (736 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=650;

5. 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.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. KiCad;
2. SimInTech (студенческая версия);
3. Eagle;
4. Arduino IDE.

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
9. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
10. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|----------------------------------|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | ЭЭА-11, Аудитория | шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование для экспериментов, техническая аппаратура, компьютер персональный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | ЭЭА-11, Аудитория | шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование для экспериментов, техническая аппаратура, компьютер персональный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | ЭЭА-10а, Лаборатория каф. "ЭМЭА" | стул, шкаф для хранения инвентаря, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, верстак слесарный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия, запасные комплектующие для оборудования |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | ЭЭА-11, Аудитория | шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование для экспериментов, техническая аппаратура, компьютер |

| | | |
|--|--|--|
| | | персональный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия |
| 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 | ЭЭА-12, Аудитория | рабочее место сотрудника, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, ноутбук, компьютер персональный, книги, учебники, пособия |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | ЭЭА-26, Архив | стол, стул, документы |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные аппараты для систем с возобновляемыми источниками энергии

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Электронные регуляторы для систем с ВИЭ (Тестирование)
- КМ-2 Системы экстремального регулирования (Тестирование)
- КМ-3 Регуляторы постоянного тока в системах с ВИЭ (Контрольная работа)
- КМ-4 Команды языка MATLAB (Тестирование)
- КМ-5 Настройка датчиков для IoT устройств (Контрольная работа)
- КМ-6 Электронные регуляторы переменного тока (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| 1 | Применение электронных аппаратов в электроэнергетических системах | | | | | | | |
| 1.1 | Место электронных аппаратов в электроэнергетических комплексах | | + | | | | | |
| 2 | Моделирование электронных аппаратов и комплексов в программном комплексе Matlab / Simulink | | | | | | | |
| 2.1 | Особенности построения обобщённых компьютерных моделей электронных регуляторов для систем с возобновляемыми источниками энергии в программном комплексе Matlab / Simulink | | | | + | | | |
| 3 | Электронные регуляторы постоянного тока и их применение в электроэнергетических комплексах | | | | | | | |
| 3.1 | Основные виды альтернативных источников энергии. Типовые структуры систем на базе возобновляемых источников энергии. Накопители электроэнергии. Типовые схемы регуляторов постоянного тока. Алгоритмы управления регуляторами постоянного тока. Примеры моделирования. | | | + | | | | |
| 4 | IoT устройства в системах с возобновляемыми источниками энергии | | | | | | | |
| 4.1 | Понятие "Интернет вещей" (IoT). Облачный IoT сервис ThingSpeak. Способы организации обмена данными между датчиками и сервисом ThingSpeak. Примеры MATLAB-кода для выполнения | | | | | + | + | |

| | | | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|----|----|
| | предобработки, визуализации и анализа данных. | | | | | | |
| 5 | Электронные регуляторы в децентрализованных системах электроснабжения | | | | | | |
| 5.1 | Понятие активной, реактивной и искажающей мощностей. Понятие коэффициента мощности. Необходимость коррекции коэффициента мощности. Методы коррекции коэффициента мощности. Схемы электронных аппаратов для коррекции коэффициента мощности. Понятие активной фильтрации. Схемы активных фильтров. Примеры моделирования | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 10 | 10 | 25 | 10 | 25 | 20 |

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электронные аппараты для систем с возобновляемыми источниками энергии

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Расчет параметров и выбор основных элементов регулятора постоянного тока. Выбор датчиков тока и напряжения и расчет параметров схем согласования сигналов с датчиков
- КМ-2 Разработка программы для реализации алгоритма поиска точки максимальной мощности
- КМ-3 Организация передачи, обработки и визуализации данных с датчиков при помощи облачного сервиса ThingSpeak
- КМ-4 Разработка компоновки макета регулятора

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 10 | 14 |
| 1 | Расчет параметров и выбор основных элементов регулятора постоянного тока и расчет дросселя регулятора постоянного тока | | + | | | + |
| 2 | Выбор датчиков тока и напряжения и расчет параметров схем согласования сигналов с датчиков | | + | | | + |
| 3 | Разработка программы для реализации алгоритма поиска точки максимальной мощности | | | + | | + |
| 4 | Организация передачи, обработки и визуализации данных с датчиков при помощи облачного сервиса ThingSpeak | | | | + | + |
| 5 | Разработка компоновки макета регулятора | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 20 | 35 | 20 | 25 |