

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 станции и подстанции

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

| | |
|---|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.11 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 3 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 3 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | 3 семестр - 16 часов; |
| 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: Решение задач Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 3 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шелковой Е.В. |
| | Идентификатор | R2e12b6d3-ShelkovoyYV-3a52162 |

Е.В. Шелковой


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Поляков А.М. |
| | Идентификатор | R4a9cc249-PoliakovAM-44585360 |

А.М. Поляков

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Монаков Ю.В. |
| | Идентификатор | R4bfa2851-MonakovYV-407f6fea |

Ю.В. Монаков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Усвоение знаний о схемах электрических соединений установок на основе солнечных и ветряных источников энергии и режимах их работы.

Задачи дисциплины

- научить анализировать схемы, состав и параметры электрооборудования солнечных и ветровых электростанций;
- научить рассчитывать и анализировать возможные режимы работы электроустановок с альтернативными источниками, включая накопители энергии;
- научить рассчитывать и анализировать нормальные, аварийные и послеаварийные режимы электроустановок с альтернативными источниками.

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 применять методы анализа, разработки и обоснования технических решений в проектах электростанций и подстанций | ИД-4 _{ПК-1} Применяет знания современных технических решений, используемых на электростанциях и подстанциях | знать: - методы расчета продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок; - технические требования к электрическим схемам и электротехническому оборудованию; - особенности альтернативных источников энергии и их влияние на электрические схемы и электротехнической оборудование. уметь: - рассчитывать параметры продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок; - составлять расчетные условия для выбора электрических схем и электротехнического оборудования. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Методики расчета трехфазных электрических цепей переменного тока
- знать Методики выбора электротехнического оборудования в электроустановках на основе традиционных источников энергии, включая силовые трансформаторы, проводники, коммутационные аппараты
- уметь Производить расчет токов и напряжений в электроустановках переменного тока
- уметь Производить выбор электротехнического оборудования в электроустановках на основе традиционных источников энергии, включая силовые трансформаторы, проводники, коммутационные аппараты

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 | Солнечные фотоэлектрические электростанции | 38 | 3 | 4 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | 22 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] С. 5-66 [2] С. 131-144 https://www.pveducation.org/ <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 37-50 | |
| 1.1 | Солнечные фотоэлектрические электростанции | 38 | | 4 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | 22 | - | | |
| 2 | Солнечные термодинамические электростанции | 6 | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> https://en.wikipedia.org/wiki/Concentrated_solar_power https://solarpaces.nrel.gov/ <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 75-90 |
| 2.1 | Солнечные термодинамические электростанции | 6 | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - | |
| 3 | Ветроэлектростанции | 26 | | 4 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 2 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [2] С. 131-144 [3] С. 201-274 |
| 3.1 | Ветроэлектростанции | 26 | | 4 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | |
| 4 | Накопители электроэнергии | 20 | | 2 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 3 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> https://energy.hse.ru/accenergy https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8 <u>Изучение материалов литературных</u> |
| 4.1 | Накопители электроэнергии | 20 | | 2 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------|-------|----|----|----|---|---|---|---|-----|------|------|---|
| | | | | | | | | | | | | | <u>источников:</u> [2], 96-112 |
| 5 | Гибридные электроустановки | 36 | 4 | 4 | 12 | - | - | - | - | - | 16 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> № 4 |
| 5.1 | Гибридные электроустановки | 36 | 4 | 4 | 12 | - | - | - | - | - | 16 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> https://www.eprussia.ru/upload/iblock/1b8/1b83729ddd27beaeb629e380293a4585.pdf |
| | Зачет с оценкой | 18.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 52-64 |
| | Всего за семестр | 144.0 | 16 | 16 | 32 | - | - | - | - | 0.3 | 62 | 17.7 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 16 | 16 | 32 | - | - | - | - | 0.3 | 79.7 | | |

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. Солнечные фотоэлектрические электростанции

1.1. Солнечные фотоэлектрические электростанции

1. Существующие и перспективные технологии изготовления фотоэлектрических модулей и их электрические характеристики. 2. Структурные схемы фотоэлектрических станций. Выбор электрической схемы фотоэлектрической батареи. 3. Расчет токов короткого замыкания в цепи фотоэлектрических модулей. 4. Выбор проводников и устройств защиты от сверхтоков постоянного тока. 5. Технические требования, конструктивные особенности, характеристики и выбор силовых трансформаторов, работающих в электроустановках с преобразовательными устройствами СЭС. 6. Согласование параметров фотоэлектрической батареи и инвертора. Системы собственных нужд фотоэлектрических станций..

2. Солнечные термодинамические электростанции

2.1. Солнечные термодинамические электростанции

Основные энергетические параметры и режимы работы. Особенности выработки электроэнергии на термодинамических электростанциях..

3. Ветроэлектростанции

3.1. Ветроэлектростанции

Типы и электрические характеристики ветрогенераторов. Технические требования к электроустановкам на основе ветроэнергетических установок. Выбор напряжения и схем электрических соединений внутренней электрической сети ВЭС. Особенности выбора кабелей, коммутационных аппаратов, схем распределительных устройств среднего и высокого напряжения. Технические требования, конструктивные особенности, характеристики и выбор силовых трансформаторов, работающих в электроустановках с преобразовательными устройствами ВЭС. Компенсация реактивной мощности на ветроэлектростанциях с асинхронными генераторами. Системы собственных нужд ветроэлектростанций..

4. Накопители электроэнергии

4.1. Накопители электроэнергии

Накопители электроэнергии Накопители электроэнергии в составе электроустановок на основе альтернативных источников энергии. Выбор схемы подключения и места установки накопителей. Влияние накопителей на режимы работы электроустановки..

5. Гибридные электроустановки

5.1. Гибридные электроустановки

Режимы работы гибридных электроустановок. Критерии оптимизации параметров источников энергии в составе гибридных электроустановок. Методы оптимизации параметров гибридных электроустановок..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет параметров фотоэлектрической батареи и выбор инвертора;
2. Расчет параметров схемы выдачи мощности фотоэлектрической электростанции;
3. Выбор схемы и расчет параметров внутренней электрической сети ветроэлектростанции;

4. Выбор схемы и расчет параметров схемы выдачи мощности ветроэлектростанции;
5. Расчет параметров накопителя электроэнергии в составе электроустановки с альтернативными источниками энергии;
6. Расчет и оптимизация параметров гибридной электростанции.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Режимы работы фотоэлектрической электростанции;
2. Режимы работы ветроэлектростанции;
3. Влияние условий эксплуатации на параметры источников гибридных электростанций;
4. Технические аспекты применения накопителей электроэнергии.

3.5 Консультации

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: | | | | | | | |
| особенности альтернативных источников энергии и их влияние на электрические схемы и электротехнической оборудование | ИД-4ПК-1 | + | + | + | | | Лабораторная работа/Защита лабораторных работ 1 и 2 |
| технические требования к электрическим схемам и электротехническому оборудованию | ИД-4ПК-1 | | | | + | | Лабораторная работа/Защита лабораторных работ 3 и 4 |
| методы расчета продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок | ИД-4ПК-1 | | | | | + | Лабораторная работа/Защита лабораторных работ 3 и 4 |
| Уметь: | | | | | | | |
| составлять расчетные условия для выбора электрических схем и электротехнического оборудования | ИД-4ПК-1 | | | | | + | Решение задач/Контрольная работа № 3 |
| рассчитывать параметры продолжительных и кратковременных режимов работы электроустановок | ИД-4ПК-1 | | | | | + | Решение задач/Контрольная работа № 1 Решение задач/Контрольная работа № 2 |

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: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Решение задач)
2. Контрольная работа № 2 (Решение задач)
3. Контрольная работа № 3 (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ 1 и 2 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ 3 и 4 (Лабораторная 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 зачётной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 3 семестр.

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. Чо, Г. Ч. Разработка главных схем фотоэлектрических солнечных электростанций : учебное пособие по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Г. Ч. Чо, М. Р. Жиганшин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 82 с. - ISBN 978-5-7046-1891-1 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9980>;
2. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебник для электротехнических и энергетических вузов и факультетов / С. А. Ульянов . – 2-е изд., стер . – М. : Тид Арис, 2010 . – 520 с. - ISBN 978-5-904673-01-7 .;
3. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов по всем специальностям направления 650900 "Электроэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов . – 2-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 288 с. - ISBN 5-903072-17-8 .;
4. Крючков И.П. , Старшинов В.А. , Гусев Ю.П. - "Короткие замыкания и выбор электрооборудования", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (568 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72231.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;

3. Python.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
17. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|-----------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС | стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС | стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | ЭС-42, Компьютерный класс каф. ЭС | стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС | стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-201, Компьютерный | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, |

| | | |
|--|--|---|
| | читальный зал | компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | ЭС-54, Преподавательская каф. ЭС | рабочее место сотрудника, стол для оргтехники, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, многофункциональный центр |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | ЭС-21а, Помещение для учебного инвентаря | кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электроустановки на основе альтернативных источников энергии

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Контрольная работа № 1 (Решение задач)
 КМ-2 Защита лабораторных работ 1 и 2 (Лабораторная работа)
 КМ-3 Контрольная работа № 2 (Решение задач)
 КМ-4 Защита лабораторных работ 3 и 4 (Лабораторная работа)
 КМ-5 Контрольная работа № 3 (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| 1 | Солнечные фотоэлектрические электростанции | | | | | | |
| 1.1 | Солнечные фотоэлектрические электростанции | | | + | | | |
| 2 | Солнечные термодинамические электростанции | | | | | | |
| 2.1 | Солнечные термодинамические электростанции | | | + | | | |
| 3 | Ветроэлектростанции | | | | | | |
| 3.1 | Ветроэлектростанции | | | + | | | |
| 4 | Накопители электроэнергии | | | | | | |
| 4.1 | Накопители электроэнергии | | | | | + | |
| 5 | Гибридные электроустановки | | | | | | |
| 5.1 | Гибридные электроустановки | | + | | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |