

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
КООРДИНАЦИЯ УРОВНЕЙ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

| | |
|--|---|
| 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 - 16 часов; |
| Практические занятия | 3 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 3 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 93,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 3 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Жуков В.В. |
| | Идентификатор | R98dc3418-ZhukovVV-e2ae1cca |

В.В. Жуков

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: состоит в изучении методов координации уровней токов короткого замыкания в электрических системах, методов расчета и способов ограничения токов короткого замыкания и методик выбора электрооборудования на электрических станциях и подстанциях.

Задачи дисциплины

- изучение методов выбора электрооборудования электростанций и подстанций;
- освоение методов расчета токов короткого замыкания и координацию их уровней на электростанциях, подстанциях и системах электроснабжения;
- приобретение умений анализировать динамику изменения токов короткого замыкания и определять расчетные условия выбора оборудования.

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-ЗПК-1 Производит оценку режимов и показателей функционирования электростанций и подстанций и их оборудования | знать: - методики определения параметров электротехнического оборудования; - методы расчета коротких замыканий в энергетических системах при различных режимах и условиях; - методы ограничения токов короткого замыкания. уметь: - уметь определять параметры расчетных схем замещения электростанций и электрических сетей; - выбирать электрооборудование с учетом многофункциональных связей между его техническими и экономическими характеристиками. |

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 принципы работы электрических машин и электрических аппаратов
- знать принципы построения главной схемы электростанций
- знать методы расчета токов короткого замыкания
- уметь рассчитывать токи короткого замыкания в энергосистемах

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 | Раздел 1 Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения | 23 | 3 | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 11 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [2] стр.307-317, [3] стр.5-19</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], 307-317 [3], 5-19</p> | | |
| 1.1 | Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения | 23 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 11 | | - | |
| 2 | Раздел 2 Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения | 23 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 11 | | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр.172, [3] стр.19-37</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 172 [3], 19-37</p> |
| 2.1 | Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения | 23 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 11 | | - | |
| 3 | Раздел 3 Методы и средства ограничения токов короткого замыкания | 31 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 19 | | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр.193-241, [2] стр.307-354</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 193-241 [2], 307-354</p> |
| 3.1 | Методы и средства ограничения токов короткого замыкания | 31 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 19 | | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-------|--|----|---|----|---|---|---|---|-----|----|------|--|
| 4 | Раздел 4 Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования | 31 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 19 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр. 78-172, стр. 241-304 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 78-172, 241-304 |
| 4.1 | Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования | 31 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 19 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | | 16 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 60 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | | 16 | - | 32 | | 2 | | - | 0.5 | | 93.5 | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Раздел 1 Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения

1.1. Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения

Уровни токов короткого замыкания в сетях различного напряжения. Соотношения токов однофазного и трехфазного коротких замыканий. Влияющие факторы. Распределение уровней токов короткого замыкания. Распределение плотностей сетей. Динамика изменения уровней токов короткого замыкания..

2. Раздел 2 Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения

2.1. Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения

Влияние структуры и параметров на уровни токов КЗ. Требования к электрическим аппаратам. Требования к проводникам. Требования к силовым трансформаторам. Перспективные требования к электрооборудованию. Нормирование параметров. Предельно допустимые параметры. Модернизация оборудования. Планируемые параметры разрабатываемого оборудования. Техничко-экономические характеристики оборудования..

3. Раздел 3 Методы и средства ограничения токов короткого замыкания

3.1. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания

Постановка задачи. Классификация методов и средств ограничения токов КЗ. Деление сети. Общие требования к токоограничивающим устройствам. Токоограничивающие реакторы. Трансформаторы и автотрансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения. Токоограничивающие коммутационные аппараты. Токоограничивающие устройства резонансного типа. Токоограничивающие устройства трансформаторного типа. Токоограничивающие устройства реакторно-вентильного типа. Токоограничивающие устройства со сверхпроводниками. Вставки постоянного тока и переменного тока не промышленной частоты. Ограничение токов короткого замыкания на землю. Техничко-экономические характеристики токоограничивающих устройств..

4. Раздел 4 Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования

4.1. Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования

Расчетные условия. Методика выбора электрооборудования. Методика расчета токов короткого замыкания. Методика координации уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования.

3.3. Темы практических занятий

1. Выбор электрооборудования и координация уровней тока короткого замыкания и параметров электрооборудования (6 часов);
2. Методы и средства ограничения токов КЗ (4 часа);
3. Термическое воздействие токов КЗ на проводники и электрооборудование (4 часа);
4. Электродинамическое воздействие токов КЗ на проводники и электрооборудование (4 часа);
5. Расчетные условия коротких замыканий (2 часа);
6. Параметры элементов расчетных схем необходимые для расчета КЗ (2 часа);

7. Расчет КЗ в электроустановках напряжением свыше 1 кВ (8 часов);

8. Расчет КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

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 | |
| Знать: | | | | | | |
| методы ограничения токов короткого замыкания | ИД-3ПК-1 | | | + | + | Контрольная работа/Контрольная работа №3 Методы и средства ограничения токов КЗ |
| методы расчета коротких замыканий в энергетических системах при различных режимах и условиях | ИД-3ПК-1 | | + | | + | Контрольная работа/Контрольная работа №1 Выбор сечения кабелей подстанции с учетом расчета на ней КЗ |
| методики определения параметров электротехнического оборудования | ИД-3ПК-1 | + | + | | | Контрольная работа/Контрольная работа №2 Определение расчетных параметров для выбора выключателей |
| Уметь: | | | | | | |
| выбирать электрооборудование с учетом многофункциональных связей между его техническими и экономическими характеристиками | ИД-3ПК-1 | | + | | + | Контрольная работа/Контрольная работа №4 Выбор коммутационных аппаратов |
| уметь определять параметры расчетных схем замещения электростанций и электрических сетей | ИД-3ПК-1 | | | | + | Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания |

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: Защита задания

1. Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 Выбор сечения кабелей подстанции с учетом расчета на ней КЗ (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 Определение расчетных параметров для выбора выключателей (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 Методы и средства ограничения токов КЗ (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 Выбор коммутационных аппаратов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся 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. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроэнергетические системы и сети", "Электроснабжение", "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, и др. – М. : АКАДЕМИЯ, 2005. – 416 с. – (Высшее профессиональное образование). – ISBN 5-7695-1998-3.;
2. Жуков В.В.- "Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками", Издательство: "МЭИ", Москва, 2015 - (519 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009369.html>;
3. Неклепаев, Б. Н. Координация и оптимизация уровней токов короткого замыкания в электрических системах / Б. Н. Неклепаев. – М. : Энергия, 1978. – 152 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | 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-303, Лекционная аудитория | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | ЭС-52, Преподавательская каф. ЭС | рабочее место сотрудника, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, оборудование общего пользования, книги, учебники, пособия |
| 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

Координация уровней токов короткого замыкания

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 Выбор сечения кабелей подстанции с учетом расчета на ней КЗ (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 Определение расчетных параметров для выбора выключателей (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №3 Методы и средства ограничения токов КЗ (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №4 Выбор коммутационных аппаратов (Контрольная работа)
- КМ-5 Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 15 | 16 |
| 1 | Раздел 1 Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения | | | | | | |
| 1.1 | Уровни токов короткого замыкания и динамика их изменения | | | + | | | |
| 2 | Раздел 2 Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения | | | | | | |
| 2.1 | Требования энергосистем к параметрам электрооборудования и динамика их изменения | | + | + | | + | |
| 3 | Раздел 3 Методы и средства ограничения токов короткого замыкания | | | | | | |
| 3.1 | Методы и средства ограничения токов короткого замыкания | | | | + | | |
| 4 | Раздел 4 Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования | | | | | | |
| 4.1 | Координация уровней токов короткого замыкания и параметров электрооборудования | | + | | + | + | + |
| Вес КМ, %: | | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |