

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: Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

| | |
|--|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.09.05.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 6 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | 6 семестр - 28 часа; |
| Лабораторные работы | 6 семестр - 14 часов; |
| Консультации | 6 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 35,5 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 | 6 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Гусев О.Ю. |
| | Идентификатор | Ra9cc2490-GusevOY-4e595360 |

(подпись)

О.Ю. Гусев

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедрой

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов расчёта различных электромагнитных переходных процессов, особенно при симметричных и несимметричных коротких замыканиях в электроустановках

Задачи дисциплины

- изучение методов расчёта различных электромагнитных переходных процессов, особенно при симметричных и несимметричных коротких замыканиях в электроустановках;
- изучить теоретические основы протекания переходных процессов в синхронных машинах при коротких замыканиях;
- научить рассчитывать трёхфазные и несимметричные короткие замыкания различными методами.

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 знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности | ИД-4 _{ПК-1} Демонстрирует знание свойств электроэнергетических систем в переходных режимах и умеет выполнять расчёты переходных процессов и устойчивости электроэнергетических систем | знать: - методы расчета токов трехфазных КЗ в ненулевой момент времени; - методы расчета токов трехфазных КЗ в нулевой момент времени; - методы расчета токов несимметричных КЗ. уметь: - рассчитывать значения токов трехфазных и несимметричных КЗ; - объяснять осциллограммы переходных процессов при КЗ, форсировке возбуждения синхронных машин, гашении их магнитного поля и включении в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой; - использовать компьютерные программы для расчета КЗ. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика и электротехника (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать теоретические основы электротехники на уровне бакалавра;
- знать основы электрических машин на уровне бакалавра;
- знать основы электрических станции и подстанций на уровне бакалавра;
- уметь строить векторные диаграммы токов и напряжений электрических машин;
- уметь преобразовывать сопротивления однолинейных электрических схем;
- уметь рассчитывать переходные процессы при коммутациях в электрических цепях переменного тока.

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 3 зачетных единицы, 108 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 | Раздел 1 | 2 | 6 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу 1 "Общие сведения об электромагнитных переходных процессах"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 10-18 [5], Глава 7</p> | |
| 1.1 | Общие сведения об электромагнитных переходных процессах | 2 | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 2 | Раздел 2 | 4 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу 2 "Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании в электрической цепи, подключенной к источнику синусоидального напряжения"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 52-62 [5], Глава 7</p> |
| 2.1 | Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании в электрической цепи, подключенной к источнику синусоидального напряжения | 4 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 3 | Раздел 3 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу 3 "Уравнения электромагнитных переходных процессов в синхронной машине"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 71-95</p> | |
| 3.1 | Уравнения электромагнитных переходных процессов в синхронной машине | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [5], Глава 7 |
| 4 | Раздел 4 | 16 | 4 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу 4 "Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания" |
| 4.1 | Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания | 16 | 4 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе №1 <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Подготовка расчетного задания №1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], все страницы [2], 97-113 [3], 20-77, 78-133, 306-343 [5], Глава 7 |
| 5 | Раздел 5 | 12 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу 5 "Изменение во времени действующего значения тока короткого замыкания от синхронной машины" |
| 5.1 | Изменение во времени действующего значения тока короткого замыкания от синхронной машины | 12 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе №2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 119-130 [5], Глава 7 |
| 6 | Раздел 6 | 8 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу 6 "Практические методы расчёта периодической составляющей тока короткого замыкания" |
| 6.1 | Практические методы расчёта периодической составляющей тока короткого замыкания | 8 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу 6 "Практические методы расчёта периодической составляющей тока" |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-------|----|----|----|---|---|---|---|-----|---|---|
| | | | | | | | | | | | | короткого замыкания" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 153-172 [5], Глава 7 |
| 7 | Раздел 7 | 22 | 6 | 6 | 10 | - | - | - | - | - | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> |
| 7.1 | Расчёты несимметричных коротких замыканий | 22 | 6 | 6 | 10 | - | - | - | - | - | - | Подготовка расчетного задания №2 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу 7 "Расчёты несимметричных коротких замыканий" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторным работам №3 и №4 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 184-190, 239-274 [4], все страницы [5], Глава 7 |
| 8 | Раздел 8 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> |
| 8.1 | Короткие замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | Изучение дополнительного материала по разделу 8 "Короткие замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 347-374 [3], 133-172, 306-343 [5], Глава 7 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 |
| | Всего за семестр | 108.0 | 28 | 14 | 28 | - | 2 | - | - | 0.5 | 2 | 33.5 |
| | Итого за семестр | 108.0 | 28 | 14 | 28 | 2 | - | - | - | 0.5 | - | 35.5 |

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

3.2 Краткое содержание разделов

1. Раздел 1

1.1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах

Основные понятия. Причины возникновения электромагнитных переходных процессов. Основные допущения, применяемые при исследованиях электромагнитных переходных процессов.

2. Раздел 2

2.1. Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании в электрической цепи, подключенной к источнику синусоидального напряжения

Приведение трехфазной схемы к однофазной (однолинейной). Учет предшествующих условий переходного процесса. Аналитическая зависимость для тока короткого замыкания. Анализ условий для возникновения ударного (максимального мгновенного значения) тока короткого замыкания. Методы расчета ударного тока КЗ.

3. Раздел 3

3.1. Уравнения электромагнитных переходных процессов в синхронной машине

Исходные уравнения синхронной машины в фазных координатах синхронной машины. Потокосцепления, собственные и взаимные индуктивности обмоток синхронных машин. Линейное преобразование уравнений машины из фазных координат в систему координат $d-q-0$, привязанную к ротору синхронной машины. Понятие об изображающем векторе. Уравнения электромагнитных переходных процессов в синхронной машине Парка-Горева. Уравнения переходного процесса в синхронной машине в операторной форме.

4. Раздел 4

4.1. Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания

Определение синхронной ЭДС синхронной машины из предшествующего установившегося режима. Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания для синхронной машины без учета влияния демпферных контуров. Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания для синхронной машины с учетом влияния демпферных контуров. Влияние электродвигателей и нагрузок в начальный момент короткого замыкания.

5. Раздел 5

5.1. Изменение во времени действующего значения тока короткого замыкания от синхронной машины

Изменение во времени действующего значения тока короткого замыкания от синхронной машины. Изменение во времени тока якоря (статора) синхронной машины при трехфазном коротком замыкании без учета влияния демпферных контуров. Влияние форсировки возбуждения на переходный процесс в синхронной машине при коротком замыкании без учета влияния демпферных контуров. Уравнения переходного процесса и их корни с учетом влияния демпферных контуров. Переходный процесс в синхронной машине с учетом влияния демпферных контуров при трехфазном коротком замыкании.

6. Раздел 6

6.1. Практические методы расчёта периодической составляющей тока короткого замыкания

Метод типовых кривых. Определение удаленности короткого замыкания. Расчет тока короткого замыкания в цепи с одной синхронной машиной по методу типовых кривых. Расчет тока короткого замыкания в цепи с несколькими однотипными синхронными машинами по методу типовых кривых. Расчет тока короткого замыкания в схеме с несколькими независимыми ветвями, сходящимися в точке короткого замыкания по методу типовых кривых. Расчет тока короткого замыкания в схеме с несколькими независимыми ветвями, сходящимися в точке короткого замыкания по методу типовых кривых.

7. Раздел 7

7.1. Расчёты несимметричных коротких замыканий

Двухфазное короткое замыкание без земли. Определение граничных условий. Соотношения для токов и напряжений симметричных составляющих. Векторные диаграммы токов и напряжений в месте короткого замыкания. Комплексная схема замещения. Однофазное короткое замыкание. Определение граничных условий. Соотношения для токов и напряжений симметричных составляющих. Векторные диаграммы токов и напряжений в месте короткого замыкания. Комплексная схема замещения. Двухфазное короткое замыкание на землю. Определение граничных условий. Соотношения для токов и напряжений симметричных составляющих. Векторные диаграммы токов и напряжений в месте короткого замыкания. Комплексная схема замещения. Правило эквивалентирования несимметричных коротких замыканий к трехфазному. Методы расчета несимметричных коротких замыканий после приведения к трехфазному короткому замыканию.

8. Раздел 8

8.1. Короткие замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ

Принимаемые допущения и особенности выбора расчетных условий. Отношение X/R элементов расчетной схемы токов короткого замыкания. Учет изменения активного сопротивления проводников при коротком замыкании. Учет синхронных и асинхронных электродвигателей при расчете токов короткого замыкания. Необходимость учета переходных сопротивлений контактных соединений, катушек электрооборудования, шинпроводов и др..

3.3. Темы практических занятий

1. Определение ударного тока в схеме, содержащей источник синусоидального напряжения (2 часа).;
2. Расчёт действующего значения периодической составляющей тока в начальный момент КЗ и ударного тока КЗ (2 часа).;
3. Расчёт токов и напряжений при двухфазном КЗ (2 часа);
4. Примеры схем замещения. Способы преобразования схем. Схемы замещения трёхобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов, трансформаторов с расщеплённой обмоткой низшего напряжения, сдвоенных токоограничивающих реакторов (4 часа);
5. Расчёт токов и напряжений при однофазном КЗ (3 часа);
6. Расчёт токов и напряжений при двухфазном КЗ (2 часа);
7. Расчёт токов и напряжений при двухфазном КЗ на землю (3 часа);
8. Расчёт действующего значения периодической составляющей тока КЗ в заданный

- момент времени с использованием метода типовых кривых (4 часа);
9. Расчёт действующего значения периодической составляющей тока КЗ в произвольный момент времени от синхронной машины без учёта влияния её демпферных контуров с использованием расчётных формул (4 часа);
10. Составление схем замещения при выражении их элементов в системах именованных и относительных единиц (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

1. Расчет тока трехфазного короткого замыкания с использованием компьютерных программ (4 часа);
2. Расчет тока трехфазного короткого замыкания с использованием компьютерных программ (4 часа).;
3. Расчет сопротивлений прямой и нулевой последовательности кабельной линии, состоящей из одножильных экранированных кабелей (4 часа);
4. Расчет токов и напряжений при несимметричном коротком замыкании с использованием компьютерных программ (2 часа).

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 | 6 | 7 | 8 | | |
| Знать: | | | | | | | | | | | |
| методы расчета токов несимметричных КЗ | ИД-4ПК-1 | | | | | | | | + | + | Расчетно-графическая работа/Расчетное задание №2 |
| методы расчета токов трехфазных КЗ в нулевой момент времени | ИД-4ПК-1 | + | + | + | + | + | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №1 Расчетно-графическая работа/Расчетное задание №1 |
| методы расчета токов трехфазных КЗ в ненулевой момент времени | ИД-4ПК-1 | | | | | | | + | | | Контрольная работа/Контрольная работа №2 Метод типовых кривых |
| Уметь: | | | | | | | | | | | |
| использовать компьютерные программы для расчета КЗ | ИД-4ПК-1 | | | | + | + | | | + | + | Контрольная работа/Контрольная работа №1 |
| объяснять осциллограммы переходных процессов при КЗ, форсировке возбуждения синхронных машин, гашении их магнитного поля и включении в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой | ИД-4ПК-1 | + | + | + | | + | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №2 Метод типовых кривых |
| рассчитывать значения токов трехфазных и несимметричных КЗ | ИД-4ПК-1 | + | | | + | | | + | | + | Контрольная работа/Контрольная работа №1 Расчетно-графическая работа/Расчетное задание №1 Расчетно-графическая работа/Расчетное задание №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

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 Метод типовых кривых (Контрольная работа)
3. Расчетное задание №1 (Расчетно-графическая работа)
4. Расчетное задание №2 (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Итоговая оценка по курсу определяется исходя из оценок семестровой и экзаменационной составляющей согласно Положению о балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ"

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Волкова, Н. Н. Расчет трехфазных коротких замыканий : методические указания по дисциплинам "Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах" и "Токи короткого замыкания" по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Н. Н. Волкова, М. А. Козина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 34 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9994>;
2. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 396 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 г. - ISBN 978-5-7046-1948-2 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10738>;
3. Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / И. П. Крючков, [и др.] ; ред. И. П. Крючков, В. А. Старшинов . – 2-е изд., испр . – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 568 с. - Победитель ежегодного общероссийского Конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике . - ISBN 978-5-383-01235-2 .;
4. Волкова, Н. Н. Расчет несимметричных коротких замыканий : методические указания по дисциплинам "Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах" и "Токи короткого замыкания" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Н. Н. Волкова, М. А. Козина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 52 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10547>;

5. Крючков И. П., Пираторов М. В., Старшинов В. А. - "Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2015 - (138 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72328.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. GuPlanAC.

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. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>

31. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
37. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
43. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
44. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
45. 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 | 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-31, Учебная лаборатория "Электрооборудование собственных нужд электростанций и подстанций" | стол преподавателя, стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, оборудование учебное, наборы демонстрационного оборудования |
| | ЭС-21, Учебная лаборатория "Аппаратный и макетный залы" | парта, скамья, стеллаж, стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, лабораторный стенд, оборудование учебное, книги, учебники, пособия, наборы демонстрационного оборудования |
| 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, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС | стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| 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

Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

КМ-2 Расчетное задание №1 (Расчетно-графическая работа)

КМ-3 Контрольная работа №2 Метод типовых кривых (Контрольная работа)

КМ-4 Расчетное задание №2 (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Раздел 1 | | | | | |
| 1.1 | Общие сведения об электромагнитных переходных процессах | | + | + | + | + |
| 2 | Раздел 2 | | | | | |
| 2.1 | Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании в электрической цепи, подключенной к источнику синусоидального напряжения | | + | + | + | |
| 3 | Раздел 3 | | | | | |
| 3.1 | Уравнения электромагнитных переходных процессов в синхронной машине | | + | + | + | |
| 4 | Раздел 4 | | | | | |
| 4.1 | Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания | | + | + | | + |
| 5 | Раздел 5 | | | | | |
| 5.1 | Изменение во времени действующего значения тока короткого замыкания от синхронной машины | | + | + | + | |
| 6 | Раздел 6 | | | | | |
| 6.1 | Практические методы расчёта периодической составляющей тока короткого замыкания | | + | + | + | + |
| 7 | Раздел 7 | | | | | |
| 7.1 | Расчёты несимметричных коротких замыканий | | + | + | | + |

| | | | | | |
|------------|--|----|----|----|----|
| 8 | Раздел 8 | | | | |
| 8.1 | Короткие замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ | + | | | + |
| Вес КМ, %: | | 15 | 30 | 15 | 40 |