

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: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.16.01.05 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 7 семестр - 7; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 252 часа |
| Лекции | 7 семестр - 48 часа; |
| Практические занятия | 7 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | 7 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 7 семестр - 18 часов; |
| Самостоятельная работа | 7 семестр - 133,2 часа; |
| в том числе на КП/КР | 7 семестр - 55,7 часа; |
| Иная контактная работа | 7 семестр - 4 часа; |
| включая: Лабораторная работа Контрольная работа Тестирование | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 7 семестр - 0,5 часа; |
| Защита курсового проекта | 7 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 | Иванов А.С. |
| | Идентификатор | R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6 |

(подпись)

А.С. Иванов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Иванов А.С. |
| | Идентификатор | R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6 |

(подпись)

А.С. Иванов

(расшифровка подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|----------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Погребисский М.Я. |
| | Идентификатор | Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694 |

(подпись)

М.Я.

Погребисский

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение теоретических вопросов математического моделирования электрических машин и трансформаторов, изучение методов анализа переходных процессов в электрических машинах на основе их математических моделей, изучение процессов в электрических машинах и трансформаторах в ненормальных и аварийных режимах работы

Задачи дисциплины

- изучение основных понятий и подходов к моделированию вращающихся электрических машин и трансформаторов;
- изучение особенностей протекания переходных процессов в различных электрических машинах и влияния параметров электрических машин на ход переходного процесса;
- овладение навыками составления математических моделей и систем дифференциальных уравнений, описывающих поведение электрической машины;
- приобретение навыков обоснованного выбора математической модели, системы координат и формы записи при моделировании электрических машин;
- освоение методов анализа разного рода переходных процессов в электрических машинах;
- изучение основных видов ненормальных режимов работы электрических машин и трансформаторов;
- изучение особенностей работы электрических машин в аварийных режимах с соответствующим изменением параметров и характеристик;
- освоение методов анализа несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов;
- приобретение навыков обоснованного выбора и применения методов анализа несимметричных режимов работы электрических машин.

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-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования | ИД-3ПК-5 Знает основную нормативно-техническую документацию, технические и технологические требования, предъявляемые к разработке электротехнического оборудования, электромеханических и электротехнологических систем | знать: - программные средства моделирования электрических машин; - принципы математического описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах. уметь: - определять причины неисправностей электрических машин и трансформаторов. |
| ПК-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и | ИД-4ПК-5 Выбирает и обосновывает конкурентоспособные варианты электрооборудования и проектных технических решений при разработке систем электроснабжения и управления объектами профессиональной | уметь: - составлять модели электрических машин и трансформаторов; - использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов. |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|--|---|
| технологические требования | деятельности | |
| ПК-6 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать методы исследований, интерпретировать и представлять полученные результаты | ИД-1 _{ПК-6} Знает основные этапы исследования и проектирования электротехнических устройств, электромеханических и электротехнологических систем | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах; - методы математического анализа и моделирования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов. |
| ПК-6 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать методы исследований, интерпретировать и представлять полученные результаты | ИД-2 _{ПК-6} Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их основе | <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать режимы работы электрических машин и трансформаторов и характеризующие их параметры; - моделировать динамические режимы электрических машин с учётом нелинейности и взаимного влияния параметров. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать физические законы, лежащие в основе работы электрических машин
- знать принцип действия и конструкции электрических двигателей, генераторов и трансформаторов
- знать методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений
- знать способы пуска, торможения и регулирования частоты вращения электродвигателей
- уметь определять параметры и рассчитывать характеристики электрических машин
- уметь решать обыкновенные дифференциальные уравнения аналитическим способом

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 7 зачетных единиц, 252 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 | Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов. | 28 | 7 | 6 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов."</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Переходные процессы в трансформаторах и</p> |
| 1.1 | Введение. Цели и задачи математического моделирования | 6 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 1.2 | Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Обыкновенные дифференциальные уравнения для математического описания переходных процессов. | 16 | | 2 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 1.3 | Тепловые переходные процессы. | 6 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | электрических машинах, виды и математическое описание процессов." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 317-318 [4], часть 1 |
| 2 | Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах. | 20 | 6 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], глава 25 [4], часть 2 [5], глава 15 | |
| 2.1 | Переходные процессы в трансформаторах | 20 | 6 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |
| 3 | Математическая | 34 | 12 | 4 | 8 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Самостоятельное изучение</u> | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| | модель обобщенной электрической машины | | | | | | | | | | | | | <i>теоретического материала:</i> Изучение дополнительного материала по разделу "Математическая модель обобщенной электрической машины" <i>Подготовка к практическим занятиям:</i> Изучение материала по разделу "Математическая модель обобщенной электрической машины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <i>Подготовка курсового проекта:</i> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <i>Подготовка к текущему контролю:</i> Повторение материала по разделу "Математическая модель обобщенной электрической машины" <i>Изучение материалов литературных источников:</i> [3], глава 2 [6], глава 69 |
| 3.1 | Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | | |
| 3.2 | Пространственные векторы переменных в различных системах координат. | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | | |
| 3.3 | Дифференциальные уравнения электрической машины в различных координатах. | 18 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |
| 4 | Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах | 16 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | <i>Подготовка к текущему контролю:</i> Повторение материала по разделу "Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах" <i>Подготовка курсового проекта:</i> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и |
| 4.1 | Переходные процессы в асинхронных машинах | 16 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | <p>графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[4], часть 3 [5], глава 44.1 [6], глава 70</p> |
| 5 | Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева | 16 | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева"</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева" подготовка к выполнению заданий</p> |
| 5.1 | Дифференциальные уравнения синхронных машин | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 5.2 | Устойчивость синхронных машин | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------------|-------------|---|
| | | | | | | | | | | | | | на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], глава 26 [2], глава 35 [6], главы 71, 72, 73 |
| 6 | Переходные процессы в машинах постоянного тока | 26 | 10 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], часть 4 |
| 6.1 | Переходные процессы при коммутации в машинах постоянного тока | 10 | 6 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 6.2 | Переходные процессы в машинах постоянного тока. | 16 | 4 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Курсовой проект (КП) | 76.0 | - | - | - | 16 | - | 4 | - | 0.3 | 55.7 | - | |
| | Всего за семестр | 252.0 | 48 | 16 | 32 | 16 | 2 | 4 | - | 0.8 | 99.7 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 252.0 | 48 | 16 | 32 | 18 | | 4 | | 0.8 | 133.2 | | |

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. Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов.

1.1. Введение. Цели и задачи математического моделирования

Цели и виды моделирования электромеханических преобразователей энергии. Этапы процесса математического моделирования. Уровни рассмотрения математических моделей.

1.2. Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах.

Обыкновенные дифференциальные уравнения для математического описания переходных процессов.

Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах.. Обыкновенные дифференциальные уравнения для математического описания переходных процессов..

1.3. Тепловые переходные процессы.

Тепловые переходные процессы. Режимы работы электрических машин по условиям нагрева..

2. Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах.

2.1. Переходные процессы в трансформаторах

Дифференциальные уравнения трансформатора и их связь с комплексными уравнениями установившихся режимов.. Физический смысл параметров в дифференциальных уравнениях. Переходный процесс при включении в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения.. Внезапное короткое замыкание вторичной обмотки трансформатора, ударный ток короткого замыкания. Воздействие токов короткого замыкания на трансформатор.. Волновые переходные процессы и перенапряжения в трансформаторах..

3. Математическая модель обобщенной электрической машины

3.1. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах.

История создания обобщенной теории электрических машин.. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Допущения, применяемые при анализе..

3.2. Пространственные векторы переменных в различных системах координат.

Пространственные векторы переменных в различных системах координат.. Преобразование многофазных обмоток в эквивалентные двухфазные. Этапы и инварианты преобразования. Формулы обратного преобразования переменных.. Матричные преобразования..

3.3. Дифференциальные уравнения электрической машины в различных координатах.

Дифференциальные уравнения обобщенной машины в различных системах координат.. Преобразования Кларк и преобразования Парка.. Матричная форма записи системы дифференциальных уравнений.. Использование относительных единиц в обобщенной теории электрических машин.. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин. Формулы электромагнитного момента. Дифференциальные уравнения баланса моментов (движения ротора) для генератора и электродвигателя.. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя. Математическая модель асинхронного

конденсаторного двигателя. Дифференциальные уравнения синхронных двигателей с постоянными магнитами и синхронных реактивных двигателей..

4. Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах

4.1. Переходные процессы в асинхронных машинах

Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в различных системах координат.. Переходные процессы в асинхронных двигателях при пуске, реверсе и изменении нагрузки на валу.. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса.. Динамическая механическая характеристика.. Ударный ток включения и ударный момент асинхронного двигателя.. Учёт нелинейных изменений параметров при математическом моделировании электрических машин.. Моделирование генераторного режима асинхронной машины. Математическая модель асинхронного генератора с самовозбуждением..

5. Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева

5.1. Дифференциальные уравнения синхронных машин

Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин.. Электромагнитный момент синхронной явнополюсной машины.. Переходный процесс при внезапном трёхфазном коротком замыкании синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления обмотки якоря.. Электродинамические силы при коротком замыкании..

5.2. Устойчивость синхронных машин

Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины.. Удельные синхронизирующие мощность и момент.. Качания ротора синхронной машины. Моменты, действующие на ротор. Роль демпферной (успокоительной) обмотки.. Выпадение синхронной машины из синхронизма, асинхронный режим синхронной машины, ресинхронизация..

6. Переходные процессы в машинах постоянного тока

6.1. Переходные процессы при коммутации в машинах постоянного тока

Коммутация в машинах постоянного тока: электромагнитные явления при коммутации, ЭДС в коммутируемой секции, причины искрения.. Причины искрения в машинах постоянного тока. Виды коммутации.. Способы улучшения коммутации в машинах постоянного тока. Назначение добавочных полюсов и компенсационной обмотки..

6.2. Переходные процессы в машинах постоянного тока.

Дифференциальные уравнения машин постоянного тока и их связь с уравнениями установившихся режимов.. Переходные процессы при включении обмотки возбуждения, пуске и набросе нагрузки двигателей с различными типами возбуждения.. Динамические режимы пуска, торможения, реверса и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока.. Влияние параметров двигателя постоянного тока на ход переходного процесса..

3.3. Темы практических занятий

1. Моделирование переходных процессов в трансформаторах;
2. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе;
3. Исследование пусковых, синхронизирующих и рабочих свойств синхронных микродвигателей;
4. Исследование вхождения в синхронизм синхронного двигателя;
5. Исследование переходных процессов двигателя постоянного тока;
6. Исследование переходных процессов в асинхронном конденсаторном двигателе;
7. Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов в расчётном программном комплексе.;
2. Моделирование переходных процессов в трансформаторах.;
3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе.;
4. Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока..

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 "Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов."
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 "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах."
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 "Математическая модель обобщенной электрической машины"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов."

2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математическая модель обобщенной электрической машины"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов."
2. Консультации проводятся по разделу "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах."
3. Консультации проводятся по разделу "Математическая модель обобщенной электрической машины"
4. Консультации проводятся по разделу "Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах"
5. Консультации проводятся по разделу "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Математическая модель обобщенной электрической машины"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

7 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Проектирование турбогенератора

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 4 | 5 - 8 | 9 - 12 | 13 - 16 | Зачетная |
|-------------------------------|-------|-------|--------|---------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1 | 2 | 3 | 4 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 20 | 30 | 30 | 20 | - |
| Выполненный объем нарастающим | 20 | 50 | 80 | 100 | - |

| | | | | | |
|-----------|--|--|--|--|--|
| итогом, % | | | | | |
|-----------|--|--|--|--|--|

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---------------|---|
| 1 | Выбор главных размеров, расчёт статора и ротора турбогенератора (гидрогенератора) |
| 2 | Расчёт магнитной цепи турбогенератора (гидрогенератора) |
| 3 | Расчёт параметров и характеристик турбогенератора (гидрогенератора) |
| 4 | Графическая часть и оформление работы |

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 | |
| Знать: | | | | | | | | |
| принципы математического описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах | ИД-3ПК-5 | + | | | | | | Лабораторная работа/КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием компьютерных программ |
| программные средства моделирования электрических машин | ИД-3ПК-5 | + | | | | | | Лабораторная работа/КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием компьютерных программ |
| методы математического анализа и моделирования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов | ИД-1ПК-6 | | | + | | | | Лабораторная работа/КМ-3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе |
| методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах | ИД-1ПК-6 | | | | | + | | Тестирование/КМ-5. Переходные процессы в синхронных машинах |
| Уметь: | | | | | | | | |
| определять причины неисправностей электрических машин и трансформаторов | ИД-3ПК-5 | | | + | | | | Лабораторная работа/КМ-3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе |
| использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов | ИД-4ПК-5 | | + | | | | | Лабораторная работа/КМ-2. Моделирование переходных процессов в трансформаторах |
| составлять модели электрических машин и трансформаторов | ИД-4ПК-5 | + | | | | | | Лабораторная работа/КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием |

| | | | | | | | | |
|---|----------|--|--|--|---|--|---|--|
| | | | | | | | | компьютерных программ |
| моделировать динамические режимы электрических машин с учётом нелинейности и взаимного влияния параметров | ИД-2ПК-6 | | | | | | + | Лабораторная работа/КМ-6. Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. |
| рассчитывать режимы работы электрических машин и трансформаторов и характеризующие их параметры | ИД-2ПК-6 | | | | + | | | Контрольная работа/КМ-4. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием компьютерных программ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-2. Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Лабораторная работа)
2. КМ-3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа)
3. КМ-4. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса (Контрольная работа)
4. КМ-6. Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-5. Переходные процессы в синхронных машинах (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Оценка за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Курсовой проект (КП) (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов по направлениям "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов . – СПб. : Питер, 2010 . – 350 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 978-5-469-01381-5 .;

2. Токарев, Б. Ф. Электрические машины : Учебное пособие для электротехнических и энергетических специальностей вузов / Б. Ф. Токарев . – М. : Альянс, 2015 . – 624 с. - ISBN 978-5-91872-064-6 .;
3. Копылов, И. П. Математическое моделирование электрических машин : Учебник для электротехнических и энергетических специальностей вузов / И. П. Копылов . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 2001 . – 327 с. - ISBN 5-06-003861-0 .;
4. Иванов, А. С. Переходные процессы в электрических машинах : практикум по курсу "Переходные процессы в электрических машинах" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. С. Иванов, Ю. А. Мошинский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 67 с. - ISBN 978-5-7046-1927-7 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10085;
5. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 1", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html>;
6. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 2", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012239.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SimInTech (студенческая версия).

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Е-207, Лекционная аудитория | стол, стул, шкаф, лабораторный стенд |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Е-207, Лекционная аудитория | стол, стул, шкаф, лабораторный стенд |
| Учебные аудитории для | Е-205, | рабочее место сотрудника, стол, стул, |

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| проведения лабораторных занятий | Компьютерный класс | компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-207, Лекционная аудитория | стол, стул, шкаф, лабораторный стенд |
| 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 | Е-207, Лекционная аудитория | стол, стул, шкаф, лабораторный стенд |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | ЭЭА-2б, Архив | стол, стул, документы |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромеханика

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием компьютерных программ (Лабораторная работа)
- КМ-2 КМ-2. Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Лабораторная работа)
- КМ-3 КМ-3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа)
- КМ-4 КМ-4. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса (Контрольная работа)
- КМ-5 КМ-5. Переходные процессы в синхронных машинах (Тестирование)
- КМ-6 КМ-6. Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. (Лабораторная 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 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 1 | Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов. | | | | | | | |
| 1.1 | Введение. Цели и задачи математического моделирования | | + | | | | | |
| 1.2 | Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Обыкновенные дифференциальные уравнения для математического описания переходных процессов. | | + | | | | | |
| 1.3 | Тепловые переходные процессы. | | + | | | | | |
| 2 | Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах. | | | | | | | |
| 2.1 | Переходные процессы в трансформаторах | | | + | | | | |
| 3 | Математическая модель обобщенной электрической машины | | | | | | | |
| 3.1 | Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. | | | | + | | | |
| 3.2 | Пространственные векторы переменных в различных системах координат. | | | | + | | | |
| 3.3 | Дифференциальные уравнения электрической машины в различных | | | | + | | | |

| | | | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|----|----|
| | координатах. | | | | | | |
| 4 | Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах | | | | | | |
| 4.1 | Переходные процессы в асинхронных машинах | | | | + | | |
| 5 | Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева | | | | | | |
| 5.1 | Дифференциальные уравнения синхронных машин | | | | | + | |
| 5.2 | Устойчивость синхронных машин | | | | | + | |
| 6 | Переходные процессы в машинах постоянного тока | | | | | | |
| 6.1 | Переходные процессы при коммутации в машинах постоянного тока | | | | | | + |
| 6.2 | Переходные процессы в машинах постоянного тока. | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 10 | 20 | 15 | 30 | 10 | 15 |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Электромеханика

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Сдача раздела "Выбор главных размеров, расчёт статора и ротора турбогенератора (гидрогенератора)"
- КМ-2 Сдача раздела "Расчёт магнитной цепи турбогенератора (гидрогенератора)"
- КМ-3 Сдача раздела "Расчёт параметров и характеристик турбогенератора (гидрогенератора)"
- КМ-4 Сдача графической части и оформленной работы

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 | 12 | 16 |
| 1 | Выбор главных размеров, расчёт статора и ротора турбогенератора (гидрогенератора) | | + | | | |
| 2 | Расчёт магнитной цепи турбогенератора (гидрогенератора) | | | + | | |
| 3 | Расчёт параметров и характеристик турбогенератора (гидрогенератора) | | | | + | |
| 4 | Графическая часть и оформление работы | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 20 | 30 | 30 | 20 |