

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЭНИН
В.М. Завьялов
« 24 » 02 2016 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Направление ООП 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Номер кластера (для унифицированных дисциплин) _____

Профили подготовки:

1. Электрические станции;
2. Электроэнергетические системы и сети;
3. Электроснабжение;
4. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
5. Высоковольтные электроэнергетика и электротехника;
6. Электромеханика;
7. Электрооборудование летательных аппаратов;
8. Электропривод и автоматика;
9. Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений;
10. Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника;
11. Плазменно-пучковые и электроразрядные технологии.

Квалификация (степень) бакалавр

Базовый учебный план приема 2016 г.

Курс 3, семестр 5

Количество кредитов 6

Код дисциплины Б1.М4.7

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	24
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	64
Самостоятельная работа, ч	152
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации Дифференцированный зачет, экзамен

Обеспечивающее подразделение ЭКМ

Заведующий кафедрой ЭКМ

Руководитель ООП

Преподаватели


Гарганеев А.Г.

Тютеева П.В.

Киселев А.В.

Тютеева П.В.

Усачева Т.В.

2016 г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Цели освоения дисциплины:

1. Выпускники будут обладать общенаучными и инженерными знаниями, практическими навыками и универсальными компетенциями, гарантирующими высокое качество их подготовки к профессиональной деятельности в области электроэнергетики и электротехники.

2. Выпускники будут работать в приоритетных направлениях развития электроэнергетики и электротехники, проявлять высокий профессионализм в решении комплексных инженерных проблем в области исследования, проектирования, производства и применения технических объектов, процессов и систем.

3. Выпускники станут гармонично развитыми личностями, лидерами в командной работе, готовыми действовать и побеждать в условиях конкурентной среды.

4. Выпускники будут проявлять независимость мышления, творческий подход к решению комплексных инженерных проблем в области электроэнергетики и электротехники.

5. Выпускники будут входить в инженерную элиту, вносящую значительный вклад в повышение конкурентоспособности предприятий и организаций, работающих в области электроэнергетики и электротехники, в том числе за счет создания и применения ресурсоэффективных технологий.

6. Выпускники будут демонстрировать сплоченность и приверженность воспитанной в университете корпоративной культуре свободы и открытости, интеграции академических ценностей и предпринимательских идей, соблюдению профессиональной этики и социальной ответственности.

7. Выпускники будут демонстрировать стремление и способность к непрерывному образованию, совершенствованию и превосходству в профессиональной среде через участие в профессиональных сообществах, осуществление наставнической и рационализаторской деятельности.

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина (модуль) «Электрические машины» относится к циклу профессионального базового модуля.

Дисциплине (модулю) «Электрические машины» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

Б1.М2.6 Физика 2.1,

Б1.М2.11, Теоретические основы электротехники 2.1,

Б1.М3.5 Метрология, стандартизация и сертификация 1.1

Содержание разделов дисциплины (модуля) «Электрические машины» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Б1.М4.6 Электротехническое материаловедение,
- Б1.М4.8 Общая энергетика,
- Б1.М4.13 Учебно-исследовательская работа студентов

3. Результаты освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС.

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
<p>Р1 Применение фундаментальных знаний. Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем.</i></p>	3.1.1	основных понятий и содержание классических разделов высшей математики (аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, теорий вероятности, математической статистики, функций комплексного переменного и численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений)	У.1.1	применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере	В.1.1	методов математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроэнергетики и электротехники
	3.1.2	основных физических явлений и законов механики, электротехники, органической и неорганической химии теплотехники, оптики, ядерной физики и их математическое описание	У.1.2	выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	В.1.2	анализа физических явлений в электрических устройствах, объектах и системах
	3.1.3	основные направления философии, методы и приемы философского анализа проблем; основные закономерности развития России и её роль в истории человечества и в современном мире; лексический минимум иностранного языка общего и профессионального характера, основные положения экономической науки;	У.1.3	самостоятельно анализировать социально-политическую и научную литературу; планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа решать практические задачи экономического характера в сфере профессиональной деятельности;	В.1.3	критического восприятия информации; методами оценки экономических показателей применительно к объектам профессиональной деятельности
<p>Р3. Инженерное проектирование. Уметь проектировать <i>электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.</i></p>	3.3.1	стадий ведения проектных работ изделий, устройств, объектов, систем и состава проектной документации	У.3.1	использовать нормативные документы, регламентирующие проектные разработки изделий, устройств, объектов, систем электротехнического и электроэнергетического назначения	В.3.1	работы с документацией, стандартами, патентами и другими источниками отечественной и зарубежной научно-технической информации

	3.3.2	(в зависимости от профиля подготовки): технических условий проектных разработок простых конструкций электротехнических устройств (микропроцессорных и гибридных электрических аппаратов; аппаратов автоматики и управления; конденсаторных установок и кабельных изделий, электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока и др.); объектов электроэнергетики (электрических станций и подстанций; схем электроснабжения городов и предприятий, электроэнергетических сетей и систем, релейной защиты и автоматики, электрооборудования высокого напряжения)	У.3.2	учитывать экологические факторы воздействия объектов электроэнергетики на окружающую среду и обслуживающий персонал в проектных разработках	В.3.2	(в зависимости от профиля подготовки в рамках выполнения курсовых проектов и работ): проектных разработок простых конструкций электротехнических устройств (микропроцессорных и гибридных электрических аппаратов; аппаратов автоматики и управления; конденсаторных установок и кабельных изделий, электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока и др.); объектов электроэнергетики (электрических станций и подстанций; схем электроснабжения городов и предприятий, электроэнергетических сетей и систем, релейной защиты и автоматики, электрооборудования высокого напряжения)
Р4. Исследования. Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники</i> , интерпретировать данные и делать выводы.	3.4.1	типовых стандартных приборов, устройств, аппаратов, программных средств, используемых при экспериментальных исследованиях	У.4.1	проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики и электротехники	В.4.1	работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
	3.4.2	основных методов экспериментальных исследований объектов и систем электроэнергетики и электротехники;	У.4.2	анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; планировать эксперименты для решения определенной задачи профессиональной деятельности	В.4.2	экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники; математической обработки результатов и составления научно-технических отчетов
Р5. Инженерная практика. Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .	3.5.1	инструментария для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности по электроэнергетике и электротехнике	У.5.1	рассчитывать режимы работы электроэнергетических и электротехнических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических и электротехнических объектов	В.5.1	использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач электроэнергетики и электротехники

	3.5.2	основных способов выработки электроэнергии; технологии производства электроэнергии на тепловых, атомных, гидравлических, ветряных электростанциях; нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии	У.5.2	рационально использовать сырьевые, энергетические и другие виды ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах	В.5.2	применения современных методов разработки ресурсо- и энергосберегающих и экологически чистых технологий использования электроэнергии
Р8. Коммуникация. Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики и электротехники.</i>	3.8.1	основных методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации	У.8.1	применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности	В.8.1	использования современных технических средства и информационных технологий в профессиональной области

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электрические машины» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД1	Применять компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических машин и трансформаторов.</i>
РД3	Уметь проектировать <i>электрические машины и трансформаторы.</i>
РД4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрических машин и трансформаторов</i> , интерпретировать данные и делать выводы.
РД 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач электромеханики
РД8	Использовать компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электрических машин и трансформаторов.</i>

4. Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. Введение

Законы и общие правила в электромеханике. Роль и место электрической машины и трансформатора в преобразовании энергии.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лабораторная работа 1. Вводное занятие. Устройство лабораторных стендов и правила ТБ. Требования к отчетам по лабораторным работам.

Раздел 2. Трансформаторы

Силовые трансформаторы. Устройство и принцип действия. Элементы конструкции. Магнитопроводы: стержневые, броневые, бронестержневые однофазных и трехфазных трансформаторов. Обмотки трансформаторов: цилиндрические, винтовые, непрерывные катушечные. Групповой трансформатор.

Основные уравнения трансформатора. Коэффициент трансформации. Повышающий и понижающий трансформатор. Приведенный трансформатор. Схемы замещения двухобмоточного трансформатора (Т-образная, Г-образная). Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой (активно-индуктивной, активно-емкостной). Опыт холостого хода трансформатора: электрическая схема, схема замещения, ток холостого хода, потери холостого хода, характеристики холостого хода, векторная диаграмма. Опыт короткого замыкания трансформатора: электрическая схема, схема замещения, напряжение короткого замыкания, потери короткого замыкания, характеристики короткого замыкания, векторная диаграмма. Определение параметров схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания. Работа трансформатора при нагрузке. Изменение напряжения трансформатора при нагрузке. Регулирование вторичного напряжения. Внешняя характеристика,

Потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки. Условие максимума КПД.

Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.

Параллельная работа трансформаторов. Условия включения и распределения нагрузки между трансформаторами при параллельной работе.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лабораторная работа 2. Исследование двухобмоточного трехфазного трансформатора при симметричной нагрузке.

Лабораторная работа 3. Группы соединений обмоток трехфазного трансформатора, Параллельная работа трансформаторов, (работа определяется по выбору преподавателя).

Лабораторная работа 4. Защита лабораторных работ раздела «Трансформаторы».

Раздел 3. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока

Основные элементы конструкции электромеханических преобразователей переменного тока. Принцип взаимного преобразования электрической и механической энергии в индукционных преобразователях. Электрические машины переменного тока (синхронные, асинхронные). Принцип обратимости преобразования энергии в электрических машинах. Создание вращающегося магнитного поля. Пульсирующие, эллиптические и круговые поля.

Раздел 4. Асинхронные машины (АМ)

Основные уравнения АМ. Схемы замещения (Т-образная, Г-образная). Электромагнитный вращающий момент асинхронного двигателя (АД). Режимы работы АМ: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза. Скольжение. Электромагнитный вращающий момент АМ в режиме двигателя при различных значениях угла между ЭДС и током обмотки ротора.

Способы пуска АД с короткозамкнутым ротором. Прямой способ пуска, ограничения при его применении. Реакторный, автотрансформаторный, переключением звезда-треугольник. Пуск АД с фазным ротором. АД с короткозамкнутым ротором с улучшенными пусковыми характеристиками.

Регулирование частоты вращения АД. Регулирование частоты вращения АД изменением частоты вращения поля. Регулирование частоты вращения АД изменением скольжения (изменением величины питающего напряжения, изменением активного сопротивления обмотки ротора, введением добавочной ЭДС в обмотку ротора).

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лабораторная работа 5. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Лабораторная работа 6. Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором.

Лабораторная работа 7. Защита лабораторных работ раздела «Асинхронные машины».

Раздел 5. Синхронные машины (СМ)

Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Возбуждение СМ: независимое, вентильное (с самовозбуждением, независимое, бесщеточное).

Магнитное поле обмотки возбуждения явнополюсной и неявнополюсной СМ. Магнитное поле обмотки якоря в явнополюсной СМ. Реакция якоря. Метод двух реакций, продольная и поперечная реакция якоря. Коэффициенты формы поля.

Основные уравнения СМ. Векторные диаграммы токов, потоков, ЭДС и напряжения явнополюсного синхронного генератора при различных характерах симметричной нагрузки. Угол нагрузки. Перегрузочная способность, статическая устойчивость синхронных машин. Векторные диаграммы Blondеля для неявнополюсного синхронного генератора при различных характерах симметричной нагрузки.

Характеристики синхронного генератора: характеристика холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная, короткого замыкания. Отношение короткого замыкания.

Параллельная работа синхронных генераторов. Условия включения генераторов на параллельную работу. Синхронизация генераторов, методы

синхронизации. Синхронные режимы параллельной работы СМ (компенсатор, генератор, двигатель). Угловая характеристика активной мощности СМ. Понятие о статической устойчивости. Работа СМ при постоянной активной мощности и переменном возбуждении

Синхронные двигатели. Пуск синхронных двигателей.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лабораторная работа 8. Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора.

Лабораторная работа 9. Исследование синхронного реактивного двигателя.

Раздел 6. Машины постоянного тока (МПТ)

Основные элементы конструкции и принцип действия электромеханических преобразователей постоянного тока. Магнитное поле обмотки возбуждения, магнитное поле обмотки якоря. Результирующее магнитное поле, геометрическая и физическая нейтрали. Основные уравнения, ЭДС, электромагнитный момент МПТ.

Генераторы постоянного тока независимого, параллельного, смешанного возбуждения. Условия самовозбуждения генераторов параллельного возбуждения. Основные характеристики генераторов.

Двигатели постоянного тока (ДПТ). Пуск двигателей в ход. Особенности пуска ДПТ параллельного и последовательного возбуждения

Скоростная, механическая, моментная характеристики ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Режимы работы ДПТ: двигательный, генераторный, торможения противовключением, динамического торможения. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Лабораторная работа 10. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Лабораторная работа 11. Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

Лабораторная работа 12. Защита лабораторных работ разделов «Машины постоянного тока», «Синхронные машины».

При выполнении курсового проекта для различных профилей может быть предусмотрено выполнение курсовых проектов на тему «Расчет активной части и оценка эксплуатационных свойств силового трансформатора», «Двигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором», «Двухполюсный турбогенератор».

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение курсового проекта;
- опережающая самостоятельная работа;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, дифференцированному зачету, экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение курсового проекта;
- участие в Университетском туре студенческой олимпиады;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- опрос студентов на лабораторных занятиях;
- письменных защит лабораторных работ;
- письменными ответами на контрольных работах;
- представления выполненного материала по курсовому проекту;
- опрос студентов на практических занятиях.

Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии с рейтинг-планами, предусматривающими все виды учебной деятельности.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита лабораторных работ	P4, P8
Выполнение и защита курсового проекта	P1, P3, P8
Контрольные работы по разделам учебной дисциплины, тестирование	P1, P3, P4, P5
Экзамен	P1, P3, P8

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

- вопросы входного контроля;
- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защите лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий;
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы тестирований;
- вопросы, выносимые на экзамен и дифференцированный зачет.

Примеры заданий выносимых на контрольные работы.

1. На что расходуется активная мощность, потребляемая АД в режиме холостого хода?
2. Изобразите и поясните зависимость потребляемой активной мощности АД при изменении нагрузки на валу. Запишите условия, при которых она получена.
3. Запишите уравнения равновесия напряжений фаз обмоток ротора и статора АД. Поясните составляющие этих уравнений.
4. Назначение и принцип действия асинхронного двигателя
5. В каких пределах изменяется скольжение асинхронной машины при работе в двигательном режиме?
6. В каких пределах изменяется скольжение асинхронной машины при работе в генераторном режиме?
7. Чему равно скольжение асинхронного двигателя в первое мгновение пуска?

Примеры вопросов для защиты лабораторных работ.

1. Какие оборудование и приборы необходимы для проведения опытов холостого хода и короткого замыкания трансформатора?
2. Изобразите и поясните рабочую характеристику $\eta = f(P_2)$ асинхронного двигателя.
3. Объясните практическое значение внешних и регулировочных характеристик синхронного генератора.
4. О каких свойствах двигателя постоянного тока можно судить по его скоростной характеристике?

Примеры вопросов для защиты курсового проекта.

1. Как принимается предварительное значение внутреннего диаметра сердечника статора?
2. От чего зависят предварительные значения энергетических показателей?
3. Как зависит длина сердечника статора от электромагнитных нагрузок?
4. Изложите соображения, которыми целесообразно руководствоваться при недопустимо малом коэффициенте заполнения паза.
5. Как гарантируется выполнение условия высококачественной заливки пазов алюминием?
6. Как повлияет увеличение (уменьшение) коэффициента насыщения магнитной цепи на энергетические показатели двигателя?
7. От чего зависит коэффициент магнитной проводимости пазового рассеяния всыпной обмотки статора?
8. Перечислите составляющие механических потерь двигателей с внешним обдувом.
9. Изобразите зависимость $\eta = f(P_2)$, перечислите условия, которым она соответствует, объясните ее поведение.
10. Где и почему может происходить эффект вытеснения тока при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?
11. Изложите соображения, которыми целесообразно руководствоваться, если превышена предельная величина допускаемого среднего превышения температуры обмотки статора над температурой окружающей среды.
12. Перечислите воздействия, которые одновременно испытывает вал двигателя конструктивного исполнения по способу монтажа IM1001.

Пример экзаменационного билета.

1. Последствия параллельной работы трансформаторов при разных напряжениях короткого замыкания.
2. Изобразите электрическую схему пуска АД переключением Y/Δ и дайте необходимые пояснения.

3. Изобразите в одних осях координат регулировочные характеристики синхронного генератора для двух характеров нагрузки (r, rL), дайте необходимые пояснения и запишите условия, при которых они получены.
4. Изобразите характеристику холостого хода ГПТ независимого возбуждения и запишите условия, при которых она получена.

Примеры тестовых заданий.

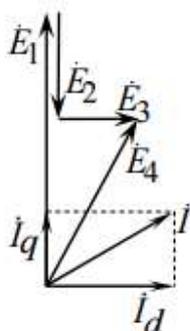
1. КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИВЕДЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА РАВЕН ОТНОШЕНИЮ ЧИСЛА ВИТКОВ

- 1) первичной и вторичной обмоток
- 2) вторичной и первичной обмоток
- 3) первичной и приведенной вторичной обмоток
- 4) приведенных первичной и вторичной обмоток

2. УРАВНЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ НАПРЯЖЕНИЙ АД ДЛЯ ОБМОТКИ РОТОРА

- 1) $0 = \dot{E}_2 + j\dot{I}_2 x_{\sigma 2} + \dot{I}_2 r_2 / s$
- 2) $0 = -\dot{E}_2 + j\dot{I}_2 x_{\sigma 2} + \dot{I}_2 r_2 / s$
- 3) $0 = \dot{E}_2 - j\dot{I}_2 x_{\sigma 2} - \dot{I}_2 r_2 / s$
- 4) $0 = -\dot{E}_2 - j\dot{I}_2 x_{\sigma 2} - \dot{I}_2 r_2 / s$

3. НАИМЕНОВАНИЕ ВЕКТОРА ЭДС НА ДИАГРАММЕ СГ



- 1) потока рассеяния
- 2) основного магнитного потока
- 3) поперечной реакции якоря
- 4) результирующего магнитного потока
- 5) продольной реакции якоря

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится письменно, с обязательным собеседованием, в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта) производится письменно, с обязательным собеседованием, в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Копылов И.П. Электрические машины: Учебник. 4-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2009. – 607 с., ил.
2. Игнатович В.М., Ройз Ш.С. Электрические машины и трансформаторы: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013.-182 с.
3. Электромеханические преобразователи энергии и трансформаторы. Лабораторный практикум: учебное пособие / А.И. Верхотуров, В.М. Игнатович, В.И. Попов, О.Л. Рапопорт, Т.В. Усачева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.-152 с.

Дополнительная литература:

1. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токарев; Под ред. И.П. Копылова. 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 757 с., ил.
2. Игнатович В.М. Трансформаторы. Задания в тестовой форме по дисциплине «Электрические машины»: учебное пособие / В.М. Игнатович, Т.В. Усачева, Е.А. Муратова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 168 с.

3. Игнатович В.М. Асинхронные машины. Задания в тестовой форме по дисциплине «Электрические машины»: учебное пособие / В.М. Игнатович, Т.В. Усачева, Е.А. Муратова; Томский политехнический университет, 2011. – 112 с.
4. Игнатович В.М. Синхронные машины. Задания в тестовой форме по дисциплине «Электрические машины»: учебное пособие / В.М. Игнатович, Т.В. Усачева, Е.А. Муратова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 143 с.
5. Трансформаторы и электрические машины. Задания в тестовой форме по защите лабораторных работ: учебное пособие / В.М. Игнатович, Т.В. Усачева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 233 с.
6. Баклин В.С. Расчет асинхронного короткозамкнутого двигателя с вьспной обмоткой статора: учебно-методическое пособие / В.С. Баклин, В.В. Големгрейн, В.М. Игнатович, В.И. Попов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 59 с.

Internet–ресурсы:

1. <http://www.twirpx.com/file/148913/> - Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока [2008, DJVU].
2. <http://www.twirpx.com/file/869562/> - Игнатович В.М., Ройз Ш.З. Электрические машины и трансформаторы [2009,PDF].
3. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m315.pdf>.
<http://www.twirpx.com/file/653379/> - Верхотуров А.И., Игнатович В.М., Попов В.И., Рапопорт О.Л., Усачева Т.В. Электромеханические преобразователи энергии и трансформаторы. Лабораторный практикум [2011, PDF].
4. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m319.pdf> - Игнатович, Виктор Михайлович. Трансформаторы. Задания в тестовой форме по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс].
5. http://stanoks.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1414:2013-09-09-09-54-25&catid=97:bookselectrodivigareli&Itemid=284 - Игнатович В.М., Усачева Т.В., Муратова Е.А. Асинхронные машины. Задания в тестовой форме по дисциплине «Электрические машины».
6. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m053.pdf> - Игнатович, Виктор Михайлович. Синхронные машины. Задания в тестовой форме по дисциплине "Электрические машины" [Электронный ресурс]
7. <http://www.news.elteh.ru> – журнал «Новости электротехники».

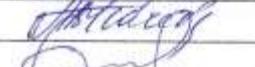
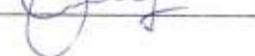
10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Лекционные аудитории, с использованием технических средств	8 корпус; 301,323,331 ауд.
2	Лаборатория «Электрических машин»	8 корпус 257 ауд., 16 стендов
3	Компьютерные классы	8 корпус; 120, 121, 122, 126 ауд., по 12 компьютеров

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника** и профилям подготовки 1. Электрические станции; 2. Электроэнергетические системы и сети; 3. Электроснабжение; 4. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем; 5. Высоковольтные электроэнергетика и электротехника; 6. Электромеханика; 7. Электрооборудование летательных аппаратов; 8. Электропривод и автоматика; 9. Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений; 10. Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника; 11. Плазменно-пучковые и электроразрядные технологии.

Программа одобрена на заседании кафедры ЭКМ
(протокол № 3 от «19» 02 2016 г.).

Авторы

к.т.н., доцент Тютеева П.В.

к.т.н., доцент Усачева Т.В.

к.т.н., ассистент Киселев А.В.

Рецензент



к.т.н., доцент Бейерлейн Е.В.