

Министерство образования и науки РФ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЭНИН

_____ Завьялов В.М.
«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: **140400 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

ПРОФИЛИ ПОДГОТОВКИ:

«Электромеханика»,

«Электроснабжение»,

«Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника»

СТЕПЕНЬ: БАКАЛАВР

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2015 г.

КУРС: 3; СЕМЕСТР: 5

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 6

ПРЕРЕКВИЗИТЫ: «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники»,
«Электротехническое материаловедение»

КОРЕКВИЗИТЫ: «Электрический привод», «Теория автоматического управления», «Об-
щая энергетика», «Основы электроснабжения»

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ	24 час. (ауд.)
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	24 час. (ауд.)
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	16 час. (ауд.)
ВСЕГО АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	64 час.
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	80 час.
ИТОГО	144 час.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: ОЧНАЯ

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: ЭКЗАМЕН, ДИФ. ЗАЧЕТ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ

ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ: кафедра «Электротехнические комплексы
и материалы»

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ:

д.т.н., профессор А.Г. Гарганеев

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП:

к.т.н., доцент А.В. Лукутин

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.т.н., доцент А.С. Гирник

2017 г.

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электрические машины» входит в состав интегрированной образовательной программы. Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с основами теории и эксплуатационными характеристиками электрических машин и трансформаторов, а также формирования прочной теоретической базы и знаний в области электромеханического и статического преобразования энергии, принципа действия основных видов электрических машин и трансформаторов и особенностей их применения. Данные знания позволят им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытанием и эксплуатацией электрических машин и трансформаторов.

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей Ц1, Ц3, Ц4, Ц5 основной образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»; приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника:

– к проектно-конструкторской деятельности, способного к расчету, анализу и проектированию электротехнических элементов, объектов и систем, конкурентоспособных на мировом рынке, с использованием современных средств автоматизации проектирования, с учетом экологических последствий их применения (Ц1);

– к научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов и объектов, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов, поиском ресурсосберегающих технологий в электротехнической отрасли, используя научно-техническую информацию и передовой опыт России и зарубежья (Ц3);

– к производственной деятельности в сфере эксплуатации, монтажа и наладки, сервисного обслуживания и испытаний, диагностики и мониторинга электротехнического оборудования с соблюдением требований защиты окружающей среды, обеспечения здоровья персонала и безопасности производства (Ц4);

– к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений, непрерывному самосовершенствованию для полной реализации своей профессиональной карьеры (Ц5).

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к «Профессиональному циклу» базовой части направления «Электроэнергетика и электротехника». Указанная дисциплина является одной из важнейших, имеет как самостоятельное значение, так и является базой для всех профилей подготовки.

Пререквизитами данной дисциплины являются учебные дисциплины: «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электротехническое материаловедение».

Кореквизиты: «Электрический привод», «Теория автоматического управления», «Общая энергетика», «Основы электроснабжения».

3. Результаты освоения дисциплины

Для достижения поставленной цели необходимо научить студентов:

- понимать и использовать физические явления, происходящие в электрических машинах и трансформаторах при различных режимах работы и их математическое описание;
- методам математического описания особых режимов работы;
- правильно классифицировать электрические машины и трансформаторы;
- самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик устройств электромеханики;
- самостоятельно проводить испытания электрических машин.

В соответствии с поставленными целями после изучения дисциплины «Электрические машины» бакалавры приобретают знания, умения и опыт, которые определяют результаты обучения согласно содержанию основной образовательной программы: **Р3, Р7, Р8, Р9, Р15***. Соответствие знаний, умений и опыта указанным результатам представлено в таблице 1.

Таблица 1

Декомпозиция результатов обучения

Формируемые компетенции в соответствии с ООП*	Результаты освоения дисциплины
<p>3.3.2 3.7.4 3.8.4 3.9.1 3.9.2</p>	<p><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные тенденции развития технического прогресса; – методы математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроэнергетики и электротехники; – схемы и основное электротехническое оборудование; характеристики и регулировочные свойства электроприводов постоянного и переменного тока; – основные способы производства электроэнергии; технологию производства электроэнергии на тепловых, атомных и гидравлических электростанциях; нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии; – теоретические основы передачи и преобразования электроэнергии статическими и электромеханическими устройствами;

<p>3.15.1</p> <p>3.15.2</p>	<p>– состояние и тенденции развития современного отечественного и зарубежного электроэнергетического и электротехнического оборудования;</p> <p>– методы и способы проведения работ по техническому обслуживанию электроэнергетического и электротехнического оборудования;</p> <p>– <i>виды трансформаторов, электрических машин и их эксплуатационные требования;</i></p> <p>– <i>основные уравнения процессов, схемы замещения и характеристики электрических машин и трансформаторов;</i></p> <p>– <i>место и роль электрических машин и трансформаторов в электроприводах, электроснабжении, автоматизации промышленного производства.</i></p>
<p>У.2.1</p> <p>У.7.1</p> <p>У.8.1</p> <p>У.8.3</p> <p>У.9.1</p> <p>У.12.1</p> <p>У.15.1</p>	<p><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен уметь:</i></p> <p>– применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;</p> <p>– применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере;</p> <p>– применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования;</p> <p>– использовать методы анализа и расчетов режимов сложных систем, изделий, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения с использованием компьютерных технологий и специализированных программ;</p> <p>– рационально использовать сырьевые, энергетические и другие вид ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах;</p> <p>– проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики и электротехники;</p> <p>– выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки;</p> <p>– <i>практически применять электрические машины и трансформаторы для конкретных условий;</i></p> <p>– <i>формулировать требования к электрическим машинам как к элементам электромеханических систем;</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> – интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями; – моделировать электрические машины в различных установившихся и переходных режимах; – использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин и трансформаторов.
	<p style="text-align: center;"><i>В результате освоения дисциплины бакалавр должен владеть опытом:</i></p>
V.3.1	– использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля;
V.3.2	– приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора;
V.6.1	– аргументированного письменного изложения собственной точки зрения; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа, логики различного рода рассуждений; навыками критического восприятия информации;
V.8.1	– применения методов расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях;
V.8.3	– анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем;
V.8.4	– расчета параметров электроэнергетических и электротехнических устройств и электроустановок;
V.8.5	<ul style="list-style-type: none"> – использования прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных задач электроэнергетики и электротехники; – элементарных расчетов и испытаний электрических машин и трансформаторов; – применения методов расчета, проектирования и конструирования электротехнического оборудования.

***Расшифровка кодов результатов обучения и формируемых компетенций представлена в Основной образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника».**

Курсивом отмечены уникальные знания, умения и опыт, соответствующие данной дисциплине.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины по разделам, формам организации и контролю обучения

Таблица 2

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Контр. работы (час)	Итого (час)	Формы текущ. контроля и аттестации
	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
1. Введение	1			1		2	Устный опрос
2. Трансформаторы	5		6	19	2**	30	Устный опрос Отчет по ЛБ
3. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока	1			2		3	Устный опрос
4. Асинхронные машины	5	16*	6	18	2**	45	Устный опрос Отчет по ЛБ Курсовое проектирование
5. Синхронные машины	6		6	20	2**	32	Устный опрос Отчет по ЛБ
6. Машины постоянного тока	6		6	20	2**	32	Устный опрос Отчет по ЛБ
7. Промежуточная аттестация							Экзамен
Итого	24	16*	24	80	8**	144	

* – аудиторные занятия используются для курсового проектирования;

** - контрольные работы проводятся за пределами аудиторных занятий (день, время и место проведения согласуется студентами и преподавателем).

4.2 Аннотированное содержание разделов дисциплины

1. Введение (1 час ауд., 1 час СРС)

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

2. Трансформаторы (5 час. ауд., 19 час. СРС)

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.

Лабораторная работа 1. Исследование двухобмоточного трехфазного трансформатора при симметричной нагрузке.

Лабораторная работа 2. Группы соединений обмоток трехфазного трансформатора.

Лабораторная работа 3. Защита отчетов по лабораторным работам раздела «Трансформаторы».

3. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока

(1 час. ауд., 2 час. СРС)

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.

4. Асинхронные машины (АМ) (5 час. ауд., 18 час. СРС)

Основные уравнения АМ. Схемы замещения (Т-образная, Г-образная). Электромагнитный вращающий момент 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 враще-

ния АД изменением скольжения (изменением величины питающего напряжения, изменением активного сопротивления обмотки ротора, введением добавочной ЭДС в обмотку ротора).

Лабораторная работа 4. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Лабораторная работа 5. Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором.

Лабораторная работа 6. Защита отчетов по лабораторным работам раздела «Асинхронные машины».

Практическое занятие 1. Выбор главных размеров, расчет обмотки и зубцовой зоны сердечника статора.

Практическое занятие 2. Расчет короткозамкнутого ротора.

Практическое занятие 3. Расчет магнитной цепи асинхронного двигателя

Практическое занятие 4. Параметры электрической схемы замещения рабочего режима асинхронного двигателя.

Практическое занятие 5. Расчет рабочих и пусковых характеристик асинхронного двигателя.

Практическое занятие 6. Тепловой и вентиляционный расчеты асинхронного двигателя.

Практическое занятие 7. Механический расчет асинхронного двигателя.

Практическое занятие 8. Выполнение развернутой схемы обмотки статора асинхронного двигателя.

5. Синхронные машины (СМ) (6 час. ауд., 20 час. СРС)

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.

Лабораторная работа 7. Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора.

Лабораторная работа 8. Испытания синхронного реактивного двигателя.

Лабораторная работа 9. Защита отчетов по лабораторным работам раздела «Синхронные машины».

6. Машины постоянного тока (МПТ) (6 час. ауд., 20 час. СРС)

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

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

Двигатели постоянного тока. 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.

Лабораторная работа 10. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

Лабораторная работа 11. Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

Лабораторная работа 12. Защита отчетов по лабораторным работам раздела «Машины постоянного тока».

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие методы образовательных технологий:

- ***работа в команде*** – совместная деятельность группы студентов с индивидуальной работой членов команды под руководством лидера;
- ***опережающая самостоятельная работа*** – самостоятельное освоение студентами нового материала до его изложения преподавателем во время аудиторных занятий;

- **методы ИТ** – использование *Internet*-ресурсов для расширения информационного поля и получения информации, в том числе и профессиональной;

- **междисциплинарное обучение** – обучение с использованием знаний из различных областей (дисциплин) реализуемых в контексте конкретной задачи;

- **проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний для решения конкретной поставленной задачи;

- **обучение на основе опыта** – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации их собственного опыта с предметом изучения;

- **исследовательский метод** – познавательная деятельность, направленная на приобретение новых теоретических и фактических знаний за счет исследовательской деятельности, проводимой самостоятельной или под руководством преподавателя.

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

Специфика сочетания перечисленных методов и форм организации обучения отражена в матрице (табл. 3).

Таблица 3

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО	ЛК	ЛБ	ПР	СРС
Методы				
Работа в команде		X	X	
Опережающая самостоятельная работа		X	X	X
Методы ИТ	X			X
Междисциплинарное обучение	X	X	X	
Проблемное обучение	X	X	X	
Обучение на основе опыта	X	X	X	
Исследовательский метод		X	X	X

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Для реализации творческих способностей и более глубокого освоения дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы: **текущая и творческая проблемно – ориентированная.**

6.1. Текущая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам, зачету и экзамену.

6.2. Творческая проблемно-ориентированная СРС предусматривает:

- выполнение курсового проекта;
- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конкурсах, конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по тематике, определенной преподавателем;
- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- углубленное исследование вопросов по тематике лабораторных работ.

6.3. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

1. Примерный перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- перспективы развития трансформаторов,
- перспективы развития асинхронных машин,
- перспективы развития синхронных машин,
- перспективы развития машин постоянного тока.

2. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- история создания электрических машин,
- нагрев и охлаждение трансформаторов и электрических машин,
- трансформаторы специального назначения,
- индукционный регулятор,
- синхронный компенсатор.

6.4. Контроль самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных разделов дисциплины осуществляется посредством:

- опроса студентов на лабораторных занятиях;
- защиты отчетов по лабораторным работам;
- результатов ответов на контрольных работах;
- опроса студентов на практических занятиях.

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

6.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

При выполнении самостоятельной работы студенты имеют возможность пользоваться специализированными источниками, приведенными в разделе 9. «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и *Internet*-ресурсами.

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Для текущей оценки качества освоения дисциплины и её отдельных тем и разделов разработаны и используются следующие средства:

- контрольные вопросы по отдельным темам и разделам;
- комплекты билетов по контрольным работам для четырех разделов дисциплины;
- контрольные вопросы по всем разделам курсового проекта;
- комплекты билетов для защиты отчетов по лабораторным работам;
- комплект заданий по теоретическим и практическим вопросам в тестовой форме;
- перечень тем научно-исследовательских работ по наиболее проблемным вопросам теоретического и практического плана изучаемой дисциплины;

Для аттестации по дисциплине подготовлен комплект экзаменационных билетов, содержащих четыре теоретических вопроса.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (выполнение курсового проекта).

Промежуточная аттестация (экзамен, дифференцированный зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена или зачета. Максимальный итоговый рейтинг по дисциплине соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – промежуточная аттестация в конце семестра). Максимальный итоговый рейтинг по курсовому проектированию соответствует 100 баллам (40 – текущая оценка в семестре, 60 – промежуточная аттестация в конце семестра).

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. Электрические машины и трансформаторы: учебное пособие / В.М. Игнатович, Ш.С.Ройз; Томский политехнический университет – 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. Баклин В.С. Расчет асинхронного короткозамкнутого двигателя с вращающейся 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.
5. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. /Под общ. ред. И. П. Копылова и Б. К. Клокова. Т. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1988.– 456 с., ил.
6. Асинхронные двигатели серии 4А: справочник / А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982.–504 с., ил.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины используется оборудование:

1. Технические средства: компьютер, проектор.
2. Лабораторные стенды (комплекты типового лабораторного оборудования):
 - «Трансформатор» – 4 шт. – (исследуется двухобмоточный трехфазный трансформатор при симметричной нагрузке; исследуется влияние схем соединений и маркировки клемм обмоток на группу соединений обмоток трехфазного трансформатора).

- «Асинхронная машина» – 2 шт. – (исследуются рабочие характеристики трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами).
- «Синхронная машина» - 2 шт.- (исследуются характеристики трехфазного синхронного генератора; исследуется синхронный реактивный двигатель).
- «Машина постоянного тока» - 2 шт. – (исследуются двигатели постоянного тока параллельного и последовательного возбуждений).

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника» и профилями подготовки: «Электромеханика», «Электроснабжение», «Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника».

Программа одобрена на заседании кафедры «Электротехнические комплексы и материалы» (протокол № от августа 2017г.).

Автор Гирник А.С., к.т.н., доцент

Рейтинг-план освоения дисциплины «Электрические машины» в течение семестра

Недели	Текущий контроль										
	Теоретический материал				Практическая деятельность						Итого
	Название модуля	Темы лекций	Контрол. матер.*	Баллы*	Название лабораторных работ*	Баллы*	Темы практических занятий (курсовое проектирование)*	Баллы*	Индивидуальные задания (рубежные контрольные работы, рефераты и т.п.)*	Баллы*	
1	Введение	Основные законы и общие правила электромеханики. Классификация электрических машин.									
2	Трансформаторы	Конструкция и принцип действия трансформаторов, основные уравнения, схемы замещения. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Параметры схемы замещения. Векторные диаграммы.			Вводное занятие Устройство лабораторных стендов и правила ТБ. Требования к отчетам по лабораторным работам		Выбор главных размеров, расчет обмотки и зубцовой зоны сердечника статора	5			
3		Работа трансформатора под нагрузкой. Регулирование вторичного напряжения. Внешние характеристики.									
4		Параллельная работа трансформаторов. Работа под несимметричной нагрузкой			Исследование двухмоточного трехфазного трансформатора при симметричной нагрузке	2	Расчет короткозамкнутого ротора	5	Контрольная работа №1	5	
Всего по контрольной точке (аттестации) № 1											

5	Общие вопросы электрических машин переменного тока	ЭДС в обмотках машин переменного тока. Обмоточный коэффициент. Намагничивающие силы обмоток переменного тока. Вращающиеся магнитные поля. Пульсирующие, эллиптические и круговые поля.									
6	Асинхронные машины	Устройство и принцип действия Режимы: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза. Основные уравнения АМ. Электрическая схема замещения АМ. Векторные диаграммы асинхронной машины			Группы соединений обмоток трехфазного трансформатора	2	Расчет магнитной цепи асинхронного двигателя	5			
7		Потери мощности в асинхронной машине и её КПД Электромагнитный момент асинхронной машины. Механические характеристики асинхронного двигателя									
8		Пуск в ход асинхронных двигателей Регулирование частоты вращения роторов асинхронных двигателей			Защита отчетов по лабораторным работам раздела «Трансформаторы»	6	Параметры электрической схемы замещения рабочего режима асинхронного двигателя	5	Контрольная работа №2	5	
Всего по контрольной точке (аттестации) № 2											
9		Устройство и принцип действия. Системы возбуждения.			Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2					

16	Реакция якоря. Генераторы. Способы возбуждения. Характеристики.			Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	2	Механический расчет асинхронного двигателя	2			
17				Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения	2					
18	Двигатели постоянного тока, пуск в ход, регулирование частоты вращения. Характеристики.			Защита отчетов по лабораторным работам раздела «Машины постоянного тока»	6	Выполнение развернутой схемы обмотки статора асинхронного двигателя		Контрольная работа №4	5	
Итоговая текущая аттестация по дисциплине										60
Итоговая текущая аттестация по курсовому проекту										40
Экзамен										40
Дифференцированный зачет										60
Итого баллов по дисциплине										100
Итого баллов по курсовому проекту										100

Составил

Доцент кафедры ЭКМ
А.С.Гирник

28.08.2017.

РЕЙТИНГ-ПЛАН

по дисциплине "Электрические машины"
для направления 140400 – Электроэнергетика и электротехника
осенний семестр 2017/2018 учебного года
Лектор: к.т.н., доц. Гирник А.С.

Оценки: «5»-90-100 баллов

A+(10):96-100; A(9):90÷95

«4»-70-89 баллов

B+(8):80÷89; B(7):70-79

«3»-55-69.баллов

C+(6):65-69; C(5):55-64

Лекции – 24 час.

Лаб. работы – 24 час.

Практические занятия – 16 час.

Итого: - 64 час.

Название модуля	Лекции	Лабораторные работы		Контрольные работы	Рубежный контроль	Максимальный балл модуля
	колич. час.	колич. час. (лабор. работ)	балл	№ КР, дата проведения, баллы	Дата проведения, баллы	Дисциплины
Трансформаторы	6	6 (2)	10	КР1, 5 неделя семестра, 05 баллов	29 сентября-03 октября, 15 баллов	15
Асинхронные машины	6	6 (2)	10	КР2, 08 неделя семестра, 05 баллов	20-24 октября, 30 баллов	15
Синхронные машины	6	6 (2)	10	КР3, 12 неделя семестра, 05 баллов	17-21 ноября, 45 баллов	15
Машины постоянного тока	6	6 (2)	10	КР4, 17 неделя семестра, 05 баллов	22-26 декабря, 60 баллов	15

Экзамен: «5»-36-40 баллов; «4»-28-35 баллов; «3»-22-34 баллов.

Допуск к экзамену – не менее 33 баллов.

Примечания.

Максимальный балл по лабораторной работе 5 баллов:

- выполнение лабораторной работы 1 балл;
- принятие отчета по лабораторной работе 1 балл;
- защита отчета по лабораторной работе 3 балла.

Практические занятия используются для аудиторных занятий по курсовому проектированию.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭКМ

Составил:

Доц. кафедры ЭКМ

_____ Гарганеев А. Г.

_____ Гирник А.С.