

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.11.2017 15:01:14

Уникальный идентификатор:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f96a4304cc

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М. Д. Миллионщикова



«СЕРВИС ПРОЕКТА»
Сервис проректор
Центр Заурбеков

2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ»

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки

«Электропривод и автоматика»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Грозный-2017 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель данного курса дисциплины состоит в том, чтобы ознакомить студентов с современными электромеханическими системами, методами математического описания и моделирования процессов электромеханического преобразования энергии, а также принципами расчета статических и динамических характеристик электромеханических систем.

Задача дисциплины - знакомство студентов с современными программными продуктами и методами моделирования процессов электромеханического преобразования энергии.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к вариативной части математического и естественно-научного цикла. Для изучения курса требуется знание: физики, высшей математики.

В свою очередь, данный курс, является одной из важнейших для указанного профиля; имеет как самостоятельное значение, так и является базой для решения задач по разработке современных электромеханических систем.

3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

профессиональными компетенциями (ПК):

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);
- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);

В результате освоения дисциплины студент должен.

знать:

- основные тенденции развития электромеханики, схемы замещения электрических машин;
- виды электромеханических преобразователей энергии, энергетические и технико-экономические характеристики;
- принципы действия и конструкции электромеханических преобразователей энергии;
- методы математического моделирования электромеханических систем с использованием схем замещения;
- уравнения электрического равновесия (ПК-5, ПК-7);

уметь:

- использовать современные методы анализа и синтеза электромеханических систем;
- применять методы исследования электромеханических систем;
- методы расчета статических и динамических характеристик индуктивных и емкостных электромеханических преобразователей энергии;
- использовать стандартную терминологию, определения и обозначения.
- применять имеющиеся в настоящее время современные технические средства и технологии позволяющие изучать и закреплять теоретические знания по данной дисциплине на практике (ПК-8).

владеть:

- навыками обработки и интерпретации результатов измерений, хранения полученных технических данных, также использования методов переработки информации, методами обработки экспериментально полученных данных с проведением математического моделирования и анализа для дальнейшего теоретического исследования (ПК-5, ПК-7, ПК-8).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/з.е		Семестры		
	ОФО (АБ)	ОФО (ПБ)	АБ	ПБ	
	2	2			
Аудиторные занятия (всего)	51/1,42	51/1,42	51/1,42	51/1,42	
В том числе:					
Лекции	17/0,48	17/0,48	17/0,48	17/0,48	
Лабораторные работы (ЛР)	34/0,94	34/0,94	34/0,94	34/0,94	
Практические занятия					
Самостоятельная работа (всего)	93/2,57	57/1,58	93/2,57	57/1,58	
В том числе:					
<i>И(или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам	22/0,61	12/0,33	22/0,61	12/0,33	
Реферат	46/1,27	33/0,92	46/1,27	33/0,92	
Подготовка к экзамену	25/0,69	12/0,33	25/0,69	12/0,33	
Вид промежуточной аттестации	ЭКЗ	ЭКЗ	ЭКЗ	ЭКЗ	
Общая трудоемкость дисциплины	Час. Зач. ед.	144/4	108/3	144/4	108/3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. зан. часы (АБ) и (ПБ)	Практ. зан. часы	Лекц. зан. часы (АБ) и (ПБ)	Семин. зан. часы	Всего часов (АБ) и (ПБ)
1.	История развития электромеханических преобразователей энергии..	4/0,11	-	4/0,11	-	8/0,22
2.	Введение в теорию электромеханического преобразования энергии	2/0,05		6/0,16		8/0,22
3.	Базовые законы	4/0,11	-	4/0,11	-	8/0,22
4.	Уравнения теории электромеханического преобразования энергии, схемы замещения.					
5	Классификация электромеханических преобразователей энергии. Математическое описание основных типов преобразователей.	4/0,11	-	4/0,11	-	8/0,22
6	Математическое моделирование	3/0,08	-	4/0,11	-	7/0,18

	электромеханических преобразователей энергии.				
	Всего в часах	17/0,48		34/0,94	51/1,42

5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	История развития электромеханических преобразователей энергии	Определение понятия «электромеханический преобразователь энергии». Содержание курса и его место в обучении. Исторические этапы развития электромеханических преобразователей энергии. Принципы повышения энергоемкости конструкций преобразователей.
2.	Введение в теорию электромеханического преобразования энергии	Основные теоретические подходы к математическому описанию процессов в электромеханических преобразователях энергии. Теории электромеханического преобразования энергии, основанные на энергетическом подходе.
3.	Базовые законы.	Основные физические величины. Базовые законы электромеханического преобразования энергии. Законы Кирхгофа. Сила Лоренца. Сила Ампера. Пондеромоторные силы. Уравнения электрического и магнитного полей. Силы электромагнитного и электростатического характера. Принципы энергетического равновесия. Потенциальная энергия системы заряженных проводников и неподвижных проводников с током. Выражение сил и моментов через изменение энергии. Силы и моменты, выраженные через изменение взаимной индуктивности или взаимоемкости.
4.	Уравнения теории электромеханического преобразования энергии, схемы замещения.	Схемы замещения. Дуально-инверсная электромеханика. Электрические схемы замещения. Механические схемы замещения. Последовательные и параллельные механические и электрические цепи, их прямые и обратные аналоги, системы с большим числом степеней свободы. Комбинированные схемы замещения. Уравнения Максвелла. Уравнения Лагранжа для электромеханических систем. Обобщенная электрическая машина. Принципы составления систем дифференциальных уравнений преобразователей. Вращающаяся и неподвижная система координат для преобразователей вращательного движения.
5.	Классификация электромеханических преобразователей энергии. Математическое описание основных типов преобразователей.	Классификация электромеханических преобразователей энергии: магнитные и электрические преобразователи; магнитные преобразователи с одной или несколькими обмотками, с постоянными магнитами, магнитострикционные преобразователи; электрические преобразователи конденсаторного и пьезоэлектрического типа. Конструктивные особенности. Энергетическая эффективность. Основные параметры. Конструктивные особенности.

6	Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии.	Алгоритмы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Начальные условия. Выбор шага моделирования. Сходимость методов моделирования. Решение уравнений, основанных на энергетическом подходе.
----------	--	--

5.3. Лабораторный практикум

Таблица 4

№ п/п	Наименования лабораторного занятия	Виды лабораторных работ
1	Исследование замкнутой системы тиристорный преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока.	Расчет и проектирование электропривода в замкнутой системе тиристорный преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока независимого возбуждения.
2	Импульсное регулирование скорости двигателя постоянного тока.	Теории электромеханического преобразования энергии, основанные на энергетическом подходе.
3	Исследование замкнутой системы преобразователь частоты - асинхронный двигатель.	Последовательные и параллельные механические и электрические цепи, их прямые и обратные аналоги, системы с большим числом степеней свободы. Комбинированные схемы замещения.
4	Индуктивные электромеханические преобразователи энергии.	Схема замещения индуктивного преобразователя энергии. Электродвигатель постоянного тока. Электродвигатель переменного тока. Источники питания. Уравнения электрического равновесия и электромагнитного момента. Основные конструкции и характеристики. Области применения.
5	Емкостные электромеханические преобразователи энергии.	Схема замещения емкостного преобразователя энергии. Уравнения электрического поля и сил. Источники питания. Основные конструкции и характеристики. Области применения.
6	Расчет и проектирование электропривода с емкостными электродвигателями.	Переходные характеристики в системе тиристорный преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока

5.4. Практические занятия (семинары) – не предусмотрены

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

6.1. Темы для рефератов

1. Индуктивные и емкостные преобразователи. Преимущества и недостатки. Сравнительная оценка. Переходные процессы. Статические характеристики.
2. Системы координат. Декартова или ортогональная система координат $(x, jy; a, jP; d, jq)$, полярная, трехфазная. Взаимные координатные преобразования. Прямое и обратное (Кларка, Парка, Г орева) координатные преобразования.
3. Математическое описание и модели двигателя постоянного тока.
4. Математическое описание и модели асинхронного двигателя с учетом насыщения ветви намагничивания.
5. Математическое описание и модели асинхронного двигателя с учетом вытеснения тока из пазов ротора.
6. Математическое описание и модели емкостного электромеханического преобразователя в двигательных и генераторных режимах.

6.2. Темы для доклада

1. Асинхронный электропривод с управлением от преобразователя частоты;
2. Электропривод постоянного тока с управлением от тиристорного преобразователя;
3. Шаговый электромеханический преобразователь энергии;
4. Принципы управления асинхронным электроприводом;
5. Пленочные емкостные преобразователи энергии.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

1. Немцов М.В. Электротехника и электроника: Учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2003. -597 [3]с., ил
2. Т.И. Трафимова. Курс физики.- М.: «Высшая школа» 2001г.-541с.

7. Фонд оценочных средств измерения уровня освоения студентами дисциплины

«Физические основы электротехники»

Паспорт фонда оценочных средств дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	История развития электромеханических преобразователей энергии	ПК-8	Доклад, Сообщение, Контрольная работа
2.	Введение в теорию электромеханического преобразования энергии	ПК-5	Собеседование
3.	Базовые законы	ПК-7, ПК-8	Собеседование
4.	Уравнения теории электромеханического преобразования энергии, схемы замещения.	ПК-7, ПК-5	Собеседование Контрольная работа

5.	Классификация электромеханических преобразователей энергии. Математическое описание основных типов преобразователей.	ПК-5	Собеседование Контрольная работа доклад
6.	Математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии.	ПК-7, ПК-8	Собеседование Контрольная работа

Критерии оценки знаний студентов на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и расчетно-графической работы, систематическая активная работа на лабораторных занятиях.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

Критерии оценки знаний студента на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации

1. В магнитное поле помещена плоская измерительная рамка. Рамка относится от своего начального положения. Перечислите причины, влияющие на величину заряда, текущего в цепи рамки;

2. Для сформулированных в п.1 условий определите влияние перечисленных причин на величину заряда, текущего в рамке (увеличивают или уменьшают его?);
3. Напишите определение магнитного потока;
4. Сформулируйте и напишите принцип непрерывности магнитного потока;
5. Сформулируйте и напишите закон электромагнитной индукции;
6. Катушка, помещенная в изменяющееся магнитное поле, имеет несколько витков; напишите в общем виде уравнение, определяющее ЭДС на зажимах катушки;
7. Приведите определение магнитодвижущей силы (МДС);
8. Напишите уравнение Максвелла для контура;
9. Перечислите составляющие электромеханической системы;
10. Приведите пример характеристики намагничивания ферромагнитного материала; назовите величины на координатных осях этой характеристики и размерности этих величин;
11. Напишите значение магнитной проницаемости воздуха;
12. Напишите аналогии уравнений Кирхгофа для магнитной цепи;
13. Определите связь между магнитным напряжением на участке замкнутого контура магнитной цепи и магнитным потоком в нем;
14. Что является активными элементами в механических цепях при поступательном и вращательном движениях?
15. Перечислите параметры механических цепей при поступательном и вращательном движениях;
16. Приведите определение индуктивности в линейной системе;
17. Дайте определение ЭДС движения и ЭДС трансформации;
18. Сформулируйте правило, определяющее направление индуктированной ЭДС движения; приведите пример использования правила;
19. Напишите уравнение, в общем определяющее энергию, запасенную в магнитном поле;
20. На примере линейной системы дайте определение магнитной коэнергии;
21. Дайте определение силовой функции (функции состояния);
22. Сформулируйте правило, определяющее направление электромагнитной силы, действующей на проводник с током в магнитном поле; приведите пример использования правила;
23. Напишите известные Вам уравнения, определяющие электромагнитные силы в электромеханической системе;
24. Напишите общие уравнения движения электромеханических систем;
25. При анализе электромеханической системы в качестве обобщенных электрических скоростей приняты электрические токи. Какие величины в этом случае являются обобщенными электрическими импульсами?

(образец билета к первой аттестации)

Билет №1

Дисциплина _____
 Факультет _____ специальность _____ семестр _____

1. Сформулируйте и напишите принцип непрерывности магнитного потока;
2. Сформулируйте правило, определяющее направление электромагнитной силы, действующей на проводник с током в магнитном поле; приведите пример использования правила;

7.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Напишите определение изображающего вектора;
2. Напишите уравнение изображающего вектора токов трехфазного статора;

3. Дайте определение понятия "инвариантность";
4. Приведите свидетельства преимущества двухфазной системы перед трехфазной при анализе электромагнитных процессов в них;
5. Напишите уравнение токов, представляющее в общей форме замену переменных при преобразовании системы координат;
6. Поясните смысл условия единственности преобразования;
7. Сформулируйте и напишите основную задачу метода преобразования координат;
8. Сформулируйте и напишите основные условия, позволяющие упростить дифференциальные уравнения движения преобразователя при замене системы координат;
9. Как влияет преобразование системы координат на ЭДС и токи цепей машины;
10. Напишите уравнения электрического движения и электромагнитного момента машины постоянного тока для установившихся режимов;
11. Нарисуйте угловую характеристику синхронной явнополусной машины;
12. Определите отличия угловой характеристики явнополусной машины от одноименной характеристики для неявнополусной машины;
13. Приведите уравнения для потокосцеплений в системе Парка (П.24) для синхронной машины;

(образец билета ко второй аттестации)

Билет №1

Дисциплина _____

Факультет _____

специальность _____

семестр _____

1. Почему непрерывное преобразование энергии не может быть осуществлено при постоянных токах во всех катушках (обмотках) преобразователя?
2. Сформулируйте и напишите основные условия, позволяющие упростить дифференциальные уравнения движения преобразователя при замене системы координат;

7.3. Экзаменационные вопросы

1. Какое магнитное состояние среды определяет гистерезис?
2. Определите назначение коллектора в машине постоянного тока;
3. Дайте определение основной (главной) гармонической индукции в зазоре электрической машины;
4. Напишите уравнение, определяющее величину полюсного деления;
5. Напишите уравнение пульсирующей волны МДС;
6. Как определяется направление бегущей волны поля, образованного двухфазной обмоткой?
7. Сформулируйте условия, необходимые и достаточные для создания вращающегося поля в зазоре двухфазной электрической машины;
8. При каких условиях вращающееся поле является круговым?
9. При каких скоростях вращения ротора асинхронная машина развивает электромагнитный момент?
10. При каких скоростях вращения ротора машина постоянного тока развивает электромагнитный момент?
11. При каких скоростях вращения ротора синхронная машина развивает электромагнитный момент?
12. Дайте определение электрического пространственного угла;
13. Как определяется полюс распределенной обмотки?
14. Перечислите независимые переменные в модели обобщенной машины;

15. Какие переменные являются зависимыми в модели обобщенной машины?
16. Напишите матричное представление активных сопротивлений статора и ротора в модели обобщенной машины;
17. Напишите матричное представление индуктивностей статора и ротора в модели обобщенной машины;
18. Напишите уравнения электрического движения для двух пар электрических зажимов ротора обобщенной машины;
19. Напишите уравнения электромагнитного момента, развиваемого обобщенной электрической машиной;
20. Перечислите ограничения, налагаемые на количество энергии, запасенное в магнитном поле электрической машины;
21. Почему непрерывное преобразование энергии не может быть осуществлено при постоянных токах во всех катушках (обмотках) преобразователя?
22. Какими величинами определяется кинетическая коэнергия в электромеханической системе?
23. Какими величинами определяется потенциальная энергия в электромеханической системе?
24. Какими параметрами определяется функция потерь в уравнении Эйлера-Лагранжа для электромеханической системы?
25. Перечислите элементы параметрической матрицы индуктивностей обобщенной электрической машины с равномерным зазором, зависящие от углового положения ротора;
26. Приведите уравнение, определяющее условие создания среднего электромагнитного момента, отличного от нуля;
27. Приведите причины образования реактивного момента в синхронной явнополюсной машине;
28. Напишите уравнение электрического движения для фазы ротора синхронной машины с равномерным зазором в комплексной форме; приведите схему замещения, соответствующую уравнению;

(образец билета к экзамену)

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова

БИЛЕТ № 1

Дисциплина ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Факультет _____ специальность _____ семестр _____

1. Какими параметрами определяется функция потерь в уравнении Эйлера-Лагранжа для электромеханической системы?
2. Напишите уравнения электрического движения для двух пар электрических зажимов ротора обобщенной машины
3. При каких скоростях вращения ротора машина постоянного тока развивает электромагнитный момент?

Лектор

Г.С. Аслаханов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. Том 1 [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Иванов-Смоленский А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.:

Издательский дом МЭИ, 2006.— 652 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/33203>

2. Баранов Н.Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Баранов Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2012.— 384 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33167>
3. Шерстняков Ю.Г. Основы электромеханики. Машины постоянного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шерстняков Ю.Г., Стрелков Б.В., Роднов Н.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 48 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31148>
4. Электромеханика/ Гольберг О.Д.-2010.

Дополнительная литература

1. Баранов Н.Н. Нетрадиционные возобновляемые источники и методы преобразования их энергии [Электронный ресурс]/ Баранов Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 216 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/3316>
2. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. Том 2 [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Иванов-Смоленский А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2006.— 532 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33204>
3. Безруких П.П. Справочник ресурсов возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива. Показатели по территориям [Электронный ресурс]/ Безруких П.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2007.— 272 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/3686>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторный практикум выполняется на универсальных стендах, оснащенных измерительными приборами электромеханической группы, выносными мультиметрами, осциллографом, электрическими машинами.

Для выполнения виртуальных лабораторных работ, лаборатория оснащена компьютером и проектором.

Разработчик:

Ст. преподаватель каф.

«Электротехника и электропривод»

Аслаханов Г.С.

Согласовано:

Зав. каф.

«Электротехника и электропривод»

Магомадов Р.А-М.

Директор ДУМР

/М.А. Магомаева/