

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Электромеханический факультет

Кафедра электромеханики

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан Электромеханического факультета

Н.И. Щуров

“ ” \_\_\_\_\_ 2007 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Исследование электромагнитных полей в  
электрических машинах переменного тока

ООП 140600 – «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»: магистерская подготовка.

Факультет Электромеханический

Курс 1, семестр 2

Лекции 10 час.

Практические работы 10 час.

Лабораторные работы 0 час.

РГЗ - 2 семестр

Самостоятельная работа 80 час.

Зачет 2 семестр

Всего 100 часов.

Новосибирск

2007

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 140600 – «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»

Регистр. № 217 тех/маг утвержден 27.03.2000 г.

Шифр дисциплины в ГОС – СДМ.В – дисциплины и курсы по выбору студента устанавливаемые вузом, шифр дисциплины по учебному плану СДМ.В.02.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Электромеханика» протокол № \_\_\_ от «\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

Программу разработал

Доцент, к.т.н.

А.Г. Приступ

**Заведующий кафедрой**

Проф., д.т.н.

А.Ф. Шевченко

Ответственный за основную образовательную программу

# 1. Внешние требования

Общие требования к образованности:

Требования государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки магистра по направлению 551300 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» и магистерской программы 551303 "Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии" включают в себя следующие проблемные поля подготовки специалистов (пункт 1.5 ГОС):

"Анализ стационарных электрических и магнитных полей в ЭМПЭ. Анализ переменных электромагнитных полей в ЭМПЭ. Применение физического, математического и аналогового моделирования для исследования электромагнитных процессов в ЭМПЭ и ЭУ."

Требования к профессиональной подготовке (пункт 1.3.4 ГОС):

- создание теоретических моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов деятельности;
- использование компьютерных технологий моделирования и обработки результатов.

Квалификационные требования (пункт 1.3.5 ГОС):

- изучает и анализирует необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты экспериментальной работы, обобщает и систематизирует их, проводит необходимые расчеты, использует современные технические средства и информационные технологии;
- осуществляет теоретический анализ состояния и динамики объектов деятельности.

## 2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенности (принципы) построения дисциплины описываются в табл. 2.

Таблица 2

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основание для введения курса	Программа составлена на основании решение Ученого Совета ЭМФ (протокол № 7 от 20 сентября 2006г.)
Адресат курса	Для подготовки магистров по направлению 140600 - "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".
Главная цель	Познакомиться с основными современными методами исследования электромагнитных полей в электрических машинах переменного тока. Научиться производить исследование электромагнитного поля в активном объеме электрических машин. Получить базовые знания, необходимые для практической деятельности, связанной с проектированием, производством и эксплуатацией электрических машин.
Ядро курса	Основные темы изучаемой дисциплины: Современный методы исследования электромагнитных полей в электрических машинах. Аналитические методы исследования электромагнитных полей. Численные методы исследования электромагнитных полей. Получение параметров и

	характеристик на основе исследования электромагнитных полей.
Уровень требований по сравнению с ГОС	
Объём курса в часах	Курс рассчитан на 100 часов, из которых на лекции отводятся - 10 часов, на практические (семинарские) занятия - 10 часов, на самостоятельную работу - 80 часов.
Описание основных "точек"	При изучении курса проводится итоговый контроль знаний в виде зачета.

### 3. Цели учебной дисциплины

Цели учебной дисциплины описываются в табл. 3.

Таблица 3

После изучения дисциплины студент будет

Номер цели	Содержание цели
	иметь представление
1	об основных методах исследования электромагнитного поля в электрических машинах; о возможностях, области применения и ограничениях: <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментального исследования электромагнитных полей;</li> <li>- аналитического исследования электромагнитных полей электрических машин;</li> <li>- численного исследования электромагнитных полей в электрических машинах.</li> </ul>
	знать
2	Методы исследования электромагнитных полей в электрических машинах и элементах их конструкции. Области применения и ограничения различных методов исследования электромагнитных полей. Современные программные средства и аналитические методы для исследования электромагнитных полей.
	уметь
3	Производить исследование электромагнитных полей в электрических машинах. Определять параметры и характеристики электрических машин на базе исследования электромагнитных полей в элементах их конструкций.
	иметь опыт
4	Аналитического и численного моделирования электромагнитных полей в электрических машинах. Выбора метода исследования электромагнитных полей. Использования современных программ численного моделирования электромагнитных полей в электрических машинах.

## 4. Содержание и структура учебной дисциплины

Описание лекционных занятий размещается в табл. 4 с указанием семестра, в котором организуется обучение по данной дисциплине.

Таблица 4

Темы лекционных занятий	Часы	Ссылки на цели
Семестр №2		
Введение. Обзор методов исследования электромагнитных полей в электрических машинах и элементах их конструкции. Классификация методов исследования и их области применения. Преимущества и недостатки различных методов исследования, ограничения на области применения.	2	1, 2
Аналитические методы исследования электромагнитных полей в электрических машинах переменного тока. Использование интегральных и дифференциальных соотношений для анализа электромагнитных полей. Граничные условия.	2	1, 2, 3
Численные методы исследования стационарных электромагнитных полей. Метод конечных разностей и метод конечных элементов, основные понятия, преимущества и недостатки. Определение параметров и характеристик электрических машин переменного тока на базе результатов исследования электромагнитного поля в активном объеме машины.	2	1, 2, 3
Современные программные средства для исследования электромагнитных полей в электрических машинах. Общие сведения и возможности программных пакетов ELCUT, FEMM, ANSYS.	2	1, 2
Использование программного пакета FEMM для исследования электромагнитного поля в активном объеме электрической машины. Построение расчетной модели, граничные условия и источники поля. Получение параметров машины переменного тока на основе численного моделирования магнитного поля.	2	1, 2

Описание практических занятий размещается в табл. 5 с указанием семестра, в котором организуется обучение по дисциплине.

Таблица 5

Темы практических занятий	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр №2			
Расчет электромагнитных полей электрических машин на основе интегральных соотношений.	Закон полного тока. Определение намагничивающих сил и индуктивных параметров электрических машин.	2	3, 4
Использование дифференциальных соотношений для расчета электромагнитного поля в электрических машинах.	Расчет электромагнитных полей в элементах конструкции электрических машин на базе дифференциальных соотношений.	2	3, 4
Использование программы FEMM для моделирования электромагнитных полей в электрических машинах.	Изучение пользовательского интерфейса. Изучение способов построения моделей электрических машин и элементов их конструкции в пакете FEMM. Интерфейс и	2	3, 4

	библиотеки FEEM.		
Исследование электрической машины переменного тока путем численного моделирования в программе FEMM.	Создание математической модели машины переменного тока, и элементов ее конструкции. Получение характеристик и параметров машины переменного тока.	4	3, 4

## 5. Учебная деятельность

Для овладения курсом студенты должны:

- прослушать курс лекций;
- отработать темы практических занятий;
- выполнить расчетно-графическое задание на тему "Численное моделирование магнитного поля электрической машины постоянного тока"

Целью выполнения расчетно-графического задания является практическое исследование электромагнитного поля электрической машины путем его численного моделирования и получение параметров электромагнитного поля и электрической машины на основе результатов моделирования.

## 6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие расчетно-графическое задание по курсу.

Зачет по курсу проводится в письменной форме по билетам. В билете содержатся два вопроса по аналитическим и численным методам исследования электромагнитных полей в электрических машинах. При неполном ответе на поставленные вопросы со студентом проводится собеседование, и могут быть заданы дополнительные вопросы.

## 7. Список литературы

### Основной список

1. Инкин А.И. Электромагнитные поля электрических машин. Учебное пособие. - Новосибирск: ООО "Издательство ЮКЭА", 2002. - 464 с.
2. Буль О.Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов: Магнитные цепи, поля и программа FEMM: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Олег Борисович Буль. - М.: Издательский центр "Академия", 2005. - 336 с.

### Дополнительный список

1. Универсальный метод расчета электромагнитных процессов в электрических машинах/ А.В. Иванов-Смоленский, Ю.В. Абрамкин, А.И. Власов, В.А. Кузнецов; Под ред. А.В. Иванова-Смоленского. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 216 с.: ил.
2. Туровский Я. Электромагнитные расчеты элементов электрических машин: Пер. с польск. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 200 с. : ил.

## **8. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине**

Пример билета для проведения зачета по курсу

1. Применение закона полного тока для определения магнитной индукции создаваемой катушкой с током в воздушном зазоре электрической машины.
2. Виды граничных условий применяемые при моделировании магнитного поля а программ FEMM.

## 9. Приложение

Пример расчетно-графического задания.

"Численное моделирование электрической машины переменного тока"

Привести исследование магнитного поля электрической машины переменного тока \_\_\_\_\_ посредством численного моделирования в программе FEMM в режиме холостого хода.

По результатам моделирования определить:

1. Момент создаваемый машиной.
2. Индуктивности обмоток.
3. Изменение активных сопротивлений за счет эффектов вытеснения тока.
4. Магнитный поток в воздушном зазоре.
5. Закон распределения магнитной индукции в воздушном зазоре.

Содержание пояснительной записки:

1. Описание допущений принятых при построении расчетной модели.
2. Расчетная модель электродвигателя.
3. Картина силовых линий магнитного поля и распределение магнитной индукции, полученные по результатам численного моделирования.
4. Результаты моделирования.