

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

А.Г. ПРИСТУП, А.В. ЧЕРВЯКОВ

# МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ПРОГРАММЕ FEMM

Учебно-методическое пособие

НОВОСИБИРСК  
2012

УДК 537.811:004.42(075.8)

П 771

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц. *Г.А. Шаниуров*

д-р техн. наук, проф. *З.С. Темлякова*

Работа подготовлена на кафедре электромеханики и утверждена Редакционно-издательским советом университета в качестве учебно-методического пособия к практическим и лабораторным занятиям для студентов ФМА по курсам «Современные методы и средства проектирования электрических машин» магистерской подготовки и «Специальные главы высшей математики» бакалаврской подготовки, обучающихся по направлению 140400 – «Электроэнергетика и электротехника»

**Приступ А.Г.**

П 771 Моделирование магнитных полей в программе FEMM: учеб.-метод. пособие / А.Г. Приступ, А.В. Червяков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 92 с.

ISBN 978-5-7782-1936-6

В пособии представлены некоторые элементы теории электромагнитного поля, дано краткое описание программного продукта FEMM версии 4.01 и применяемого метода расчета магнитных систем, изложены методики создания физико-математических моделей для расчета магнитных систем любого вида, а также приведены некоторые примеры, способствующие более легкому освоению изложенного материала.

Адресовано студентам ФМА, обучающимся по направлению 140400 – Электроэнергетика и электротехника.

УДК 537.811:004.42(075.8)

ISBN 978-5-7782-1936-6

© Приступ А.Г., Червяков А.В., 2012

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	5
<b>1. Основные элементы теории электромагнитного поля .....</b>	<b>6</b>
1.1. Уравнения электромагнитного поля.....	6
1.2. Стационарное поле.....	7
1.3. Квазистационарное электромагнитное поле (переменного тока).....	9
1.4. Нестационарное электромагнитное поле .....	11
<b>2. Программа конечно-элементного анализа FEMM .....</b>	<b>11</b>
2.1. Общие сведения о программе .....	11
2.2. Метод расчета магнитных систем.....	14
2.3. Основные этапы построения и расчета модели .....	16
<b>3. Работа в интерактивном режиме .....</b>	<b>17</b>
3.1. Создание новой модели .....	17
3.1.1. Запуск программы и настройка параметров задачи .....	17
3.1.2. Построение опорных точек и контуров модели.....	20
3.1.3. Ввод меток блоков и свойств материалов .....	21
3.1.4. Ввод параметров токов модели .....	26
3.1.5. Ввод параметров блоков и обмоток .....	28
3.1.6. Создание граничных условий модели .....	29
3.1.7. Дополнительные возможности препроцессора.....	32
3.2. Генерация сетки и расчет модели .....	35
3.3. Анализ результатов расчета .....	36
3.3.1. Режим параметров точки .....	37
3.3.2. Интегральные параметры обмоток .....	38
3.3.3. Режим параметров контура.....	39
3.3.4. Расчет линейных интегралов.....	42
3.3.5. Режим поверхностных и объемных интегралов .....	43
3.4. Пример построения модели в интерактивном режиме .....	46
3.4.1. Моделирование магнитного поля синхронной машины .....	46
3.4.2. Создание новой модели.....	48

3.4.3. Генерация сетки и расчет модели .....	55
3.4.4. Анализ результатов расчета.....	56
<b>4. Работа в автоматическом режиме.....</b>	<b>56</b>
4.1. Программирование для FEMM, Lua-скрипт .....	56
4.2. Язык Lua – лексика, синтаксис и семантика.....	57
4.2.1. Переменные, константы и массивы данных.....	57
4.2.2. Операторы .....	59
4.2.3. Функции .....	59
4.3. Основы работы в пакетном режиме.....	62
4.3.1. Постановка задачи (создание математической модели) .....	62
4.3.2. Анализ поставленной задачи .....	71
4.3.3. Обработка результатов расчета .....	72
4.3.4. Изменение условий задачи .....	79
4.3.5. Сохранение данных и завершение работы .....	80
<b>5. Отладка, характерные ошибки .....</b>	<b>81</b>
5.1. Ошибки при задании материалов и источников поля блоков.....	81
5.2. Исключения при построении сети конечных элементов .....	82
<b>6. Словарь терминов и сокращений .....</b>	<b>82</b>
Приложение .....	84
Пример скрипта для расчета картины поля электромагнита переменного тока.....	84
Текст скрипта – файл «ThrustBearing.lua».....	85
Список литературы .....	92