

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по курсу «Компьютерное моделирование физических полей»

для специальности 230401 – «Прикладная математика»

Новочеркасск 2010 г.

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД _____ Л.И.Щербакова

«__» _____ 2010 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

для специальности код – 0730000 «Прикладная математика»

Факультет Физико-математический
Кафедра «Прикладная математика»
Курс
Семестр

Лекции 34 час.

Практические

(семинарские) занятия ___ час.

Лабораторные занятия 34 час.

Всего аудиторных 68 час.

Экзамен 8 семестр

Зачет — семестр

Всего самостоятельной работы 58 час.

из них:

плановая работа 36 час.

курсовой проект ___ семестр ___ час.

курсовая работа 8 семестр 36 час.

реферат ___ семестр ___ час.

домашнее задание ___ семестр ___ час.

индивидуальная работа 5 час.

домашняя работа 17 час.

Итого по дисциплине 126 час.

2010 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана по ГОС утвержденного ученым советом ЮРГТУ (НПИ) протоколом № 10 от 5.07.2000 г.

Примерной программы для специальности 073000 – «Прикладная математика» от 2007 г.

Рабочую программу составил к.т.н., доцент каф. прикладной математики Селюк С.С.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Прикладная математика» «__» _____ 2010 г. Протокол № _____

Заведующий кафедрой
«Прикладная математика»

А.Н. Ткачев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины "Компьютерное моделирование физических полей" состоит в развитии у студентов навыков применения численных методов, пакетов программ и вычислительной техники для решения прикладных задач теории электромагнитного поля (ЭМП), температурного поля (ТП), задач теории упругости (ТУ).

Студент должен знать: физические основы теории электричества, уравнения стационарного и квазистационарного ЭМП в дифференциальной и интегральной форме, формулировку основных задач электро- и магнитостатики, свойства электрического потенциала, векторного магнитного потенциалов, условия на границах раздела сред с различными электрофизическими свойствами, краевые задачи для расчёта электромагнитных полей; физические основы передачи тепла, систему дифференциальных уравнений теплообмена, условия на границах раздела сред с различными теплофизическими свойствами, формулировку основных краевых задач теплопроводности; физические основы ТУ, систему дифференциальных уравнений для нахождения перемещений, напряжений и деформаций, условия на границах раздела сред с различными упругими свойствами, формулировку основных краевых задач теории упругости; аналитические (Фурье, функций Грина) и численные (конечных и граничных элементов, конечных разностей) методы решения краевых задач теории поля; связь между задачами теории ЭМП, ТП и ТУ.

Студент должен уметь: выполнять качественный анализ физических процессов в исследуемых технических устройствах, обоснованно вводить систему допущений для упрощения постановки задач, формулировать математически задачу расчёта полей в исследуемых устройствах, строить алгоритм численного решения краевых задач, реализовывать алгоритм на компьютере, пользоваться пакетами прикладных программ.

1.2. Краткая характеристика дисциплины и ее фундаментальных основ

Курс "Компьютерное моделирование физических полей" имеет прикладную ориентацию и призван закрепить знания полученные студентами на младших курсах, в результате применения отдельных разделов изученных ранее дисциплин для расчёта всевозможных технических устройств.

Курс включает следующие основные разделы: краевые задачи теории ЭМП, ТП и ТУ, методы расчёта электрических и магнитных полей заданных источников; температурных полей, порождаемых джоулевыми потерями на электрические токи; перемещений, напряжений и деформаций, порождаемых электромагнитными силами и тепловыми расширениями; методы решения краевых задач теории ЭМП, ТП и ТУ.

1.3. Место дисциплины в учебном процессе и основополагающие интеграционные связи с другими дисциплинами учебного плана

При компьютерном моделировании физических полей используется аппарат математической физики, численных методов, а также теоретические

знания в области электричества и магнетизма, теории теплопередачи и упругости, полученные в курсах физики и электротехники. Разработанные математические модели реализуются на компьютере с использованием алгоритмических языков высокого уровня и специальных программных комплексов.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении компьютерного моделирования физических полей, используются при выполнении курсовых и дипломных работ технической направленности.

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМ И ЧАСОВ ЗАНЯТИЙ ПО СЕМЕСТРАМ

Номер семестра	Номера тем	Количество аудиторных занятий, час				Самостоятельная работа студента, час.	Итого
		лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Всего		
8	1	20	24	-	40	20	60
8	2	8	6	-	16	20	36
8	3	6	6	-	12	18	30
Всего:		34	34	-	68	58	126

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

Тема 1. Моделирование электромагнитных полей. 30 час. (УЗ – 1,2)

Уравнения Максвелла. Материальные уравнения. Условия на границе раздела сред с различными электрофизическими свойствами. Краевые задачи электростатики. Электрический потенциал. Существование и единственность решения краевых задач электростатики. Электрический потенциал от источников специального типа. Плоскопараллельные и плоскомеридианные электрические поля. Интегральное свойство заряда. Электрическая ёмкость. Магнитное поле постоянных токов. Векторный магнитный потенциал. Краевые задачи для векторного магнитного потенциала. Единственность решения краевых задач для векторного магнитного потенциала. Векторный магнитный потенциал плоскопараллельного и плоскомеридианного магнитного поля. Примеры постановок краевых задач и их решение. Собственная и взаимная индуктивность. Квазистационарное электромагнитное поле. Потенциалы квазистационарного электромагнитного поля. Формулировка краевых задач для расчёта квазистационарного электромагнитного поля. Расчёт электрических и магнитных полей в кусочно-однородных средах.

Моделирование плоскопараллельных и плоскомеридианных ЭМП методом конечных элементов с помощью пакета ELCUT.

Литература: 4 [1, 2, 5, 7, 14].

СРМ – 30 часов.

Тема 2. Моделирование температурных полей. 12 часов. (УЗ - 3)

Физические основы передачи тепла. Закон Фурье. Дифференциальные уравнения теплопередачи. Материальные уравнения. Условия на границе раздела сред с различными теплофизическими свойствами. Краевые задачи теории теплопередачи.

Моделирование плоскопараллельных и плоскомеридианных ТП методом конечных элементов с помощью пакета ELCUT.

Литература 4 [3, 4, 7].

СРМ – 12 часов.

Тема 3. Моделирование упругих напряжений и деформаций. 9 часов. (УЗ - 3)

Физические основы теории упругости. Перемещения, напряжения, деформации. Тепловые деформации. Внешние силы. Условия закрепления. Дифференциальные уравнения теории упругости. Материальные операторы. Краевые задачи ТУ.

Моделирование перемещения, напряжения и деформации в твёрдых телах методом конечных элементов с помощью пакета ELCUT.

Литература 4 [6, 7]

СРМ – 14 часов.

3.2. Практические (семинарские) занятий, их наименование и объем в часах

Учебным планом по дисциплине не предусмотрены.

3.3. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах.

№	Наименование лабораторных работ	Кол - во часов	Форма контроля	Сроки контроля	Литература
1	Численный расчёт емкости идеальных конденсаторов	6	Опрос	25 февраля	1,2,3-5,7
2	Численный расчёт индуктивности цилиндрических катушек	6	Опрос	10 марта	1,2,3-5,7
3	Компьютерная модель переменного электромагнитного поля тороидальной катушки	6	Опрос	25 марта	1,2,3-5,7
4	Компьютерная модель взаимодействия двух соосных цилиндрических катушек с токами	6	Опрос	10 апреля	1,2,3-5,7
5	Численный расчёт коэффициентов эквивалентной теплопроводности многослойных тел	6	Опрос	25 апреля	1,2,3-5,7
6	Компьютерная модель напряженно-деформированного состояния консольной балки	4	Опрос	5 июня	6,7

3.4. Курсовой проект, курсовая работа, реферат, домашнее задание, их содержание и характеристика

Учебным планом предусмотрена курсовая работа на тему «Компьютерное моделирование процессов в электромеханических устройствах». Она рассчитана на 36 часов и должна содержать следующие разделы:

1. Постановка задачи

1.1. Физическая постановка. Обоснование допущений

1.2. Математическая постановка

2. Вычислительная модель

2.1. Обоснования выбора методов решения поставленных задач

- 2.2. Алгоритмы решения поставленных задач
 - 3. Компьютерная модель
 - 3.1. Обоснования выбора программного комплекса, алгоритмических языков, необходимых для решения поставленных задач
 - 3.2. Отладка программ на модельных задачах
 - 4. Вычислительные эксперименты
 - 4.1. Численное исследование процессов, происходящих при работе рассматриваемых устройств
 - 4.2. Анализ полученных результатов
- Выводы

3.5. Учебная практика по дисциплине

Учебным планом по дисциплине не предусмотрена

3.6. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа по учебному плану распределяется следующим образом

Всего (час)	Плановая (час.)	Индивидуальная (час)	Домашняя работа (час.)
58	36	5	17

- 1. Плановая самостоятельная работа включает выполнение курсовой работы - 36 часов.
- 2. Домашняя самостоятельная работа включает:
 - подготовке к лекциям – 15 часов;
 - подготовку к лабораторным работам – 2 часа.
- 3. *Индивидуальная самостоятельная работа* включает:
 - **подготовку к экзамену – 5 часов.**

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- 1. Ткачев А.Н., Селюк С.С., Шкуропадский И.В. Математическое и компьютерное моделирование электромагнитных процессов и электротехнических систем: учеб. пособие. Ч.1 / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2010. – 255 с.
- 2. Бахвалов Ю.А. Математическое моделирование: учеб. пособие для вузов. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2010. – 142 с.
- 3. Татур Т.А. Основы теории электромагнитного поля. – М.: Высшая школа, 1989 г., 272 с.
- 4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967 г., 600 с.
- 5. ELCUT. Моделирование физических полей методом конечных элементов. Руководство пользователя. – ПК TOP, Санкт-Петербург, 2007 г. -260 с.

Дополнительная

6. Туровский Я. Техническая электродинамика. – М.: Энергия. 1974 г. – 488 с.
7. Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В. Электромагнитные поля и волны. – М.: Советское радио, 1974 г., 664 с.
8. Бухгольц Г. Расчёт электрических и магнитных полей. – М.: Иностранная литература, 1961 г., 712 с.
9. Бинс К., Лауренсон П. Анализ и расчёт электрических и магнитных полей, М.: Энергия, 1970 г., 376 с.
10. Анго А. Математика для электро- и радиоинженеров. – М.: Наука, 1965 г., 778 с.