

«УТВЕРЖДАЮ»

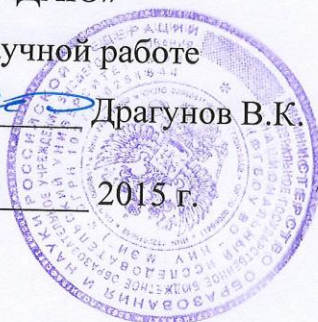
Проректор по научной работе

В.К. Драгунов

Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 01.04.13 Электрофизика, электрофизические установки

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Численные методы при решении междисциплинарных задач»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.2

Всего: 72 часа

Семестр 5, в том числе

6 часов – контактная работа,
48 часов – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 01.04.13 Электрофизика, электрофизические установки, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение принципов применения численных методов при решении междисциплинарных задач.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных численных подходов к решению междисциплинарных (связанных) задач в рамках методов конечных разностей, конечных элементов, граничных элементов;
- овладение методами анализа динамики процессов в реальных средах при взаимодействии электромагнитного поля с веществом;
- изучение особенностей описания механических, электро- и теплофизических свойств реальных сред при численном решении междисциплинарных задач.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5);

- способность проведения исследований электрофизических и электромагнитных явлений и процессов в различных средах для нужд электронной, приборостроительной, электротехнической промышленности, средств вычислительной техники и связи (ПК-2);

- способность разрабатывать теоретические основы и техническую базу энергетики мощных импульсов, включая процессы коммутации больших импульсных токов, нагрев и взрыв проводников, системы электропитания электрофизических комплексов (ПК-5).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- численные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, возникающих при совместном математическом моделировании электрофизических, тепловых и газо- гидродинамических явлений и процессов в различных средах (УК-1);

уметь:

- определять степень новизны конкретных научных и технических результатов, степень личного вклада на основе анализа взаимосвязи и аналогий между теоретическими и практическими результатами, поученными в различных областях науки (УК-5);

- проводить исследования электрофизических и электромагнитных явлений и процессов в различных средах на основе численного решения междисциплинарных задач для нужд средств вычислительной техники и связи (ПК-2);

- разрабатывать теоретические основы и техническую базу энергетики мощных импульсов, включая нагрев и взрыв проводников (ПК-5);

владеть:

- навыками работы с профессиональным программным обеспечением, реализующим численные методы расчета полей (ОПК-1);

навыками преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Междисциплинарные задачи в теории систем с сосредоточенными и распределенными параметрами

Особенности совместного моделирования разнородных физических явлений в энергетике, электрофизике, управлении. Формальная аналогия динамических процессов в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и длинных линиях и процессов распространения тепла. Формальная аналогия с динамикой процессов в жидкости и газе. Свойства систем, содержащих разнородные части, проблема учета больших запаздываний для процессов тепловой, акустической и химической природы. Численное моделирование жестких нелинейных систем, метод Ньютона-Рафсона. Проблема устойчивости вычислений итерационными методами.

Совместное моделирование электрических, тепловых и газогидродинамических явлений

Уравнения Максвелла, частные случаи, потенциальные и вихревые поля, основные методы расчета, функции Грина, запаздывающие потенциалы. Уравнение теплопроводности. Формальная аналогия и взаимосвязь электрофизических и теплофизических параметров среды. Механизмы теплообмена: конвекция, излучение. Тепломассообмен: основные стационарные и нестационарные задачи. Моделирование процесса теплоотвода при электрическом нагреве. Учет температурного коэффициента материалов, поведение материалов и электротехнических изделий при нагреве. Сжимаемая и несжимаемая жидкости. Вязкость. Ньютоновская и неньютоновская жидкости, уравнения Навье-Стокса. Критерии, определяющие характер течения жидкости или газа. Совместное решение уравнений гидродинамики и электромагнитного поля (Максвелла-Власова).

Проблемы численных расчетов полей в междисциплинарных задачах

Краткий обзор применяемых методов: конечных разностей (во временной и частотной областях), метод конечных элементов. Особенности решения нелинейных задач, метод Ньютона-Рафсона. Особенности задания граничных и начальных условий, импедансные граничные условия, порты Флоке. Особенности расчета внешних задач электродинамики: поглощающие слои, суперэлементы (метод Трефтца). Учет потерь при расчете электродинамических задач. Учет температурных зависимостей электрических

свойств материалов, итерационные расчеты. Программные комплексы, предназначенные для совместного моделирования разнородных явлений. Использование численных методов для анализа воздействия электромагнитного поля на биологические объекты.

Междисциплинарные задачи в рамках учебного процесса ВУЗа

Внедрение изучения междисциплинарных задач в учебный процесс для различных направлений подготовки: особенности реализации, программного обеспечения и лабораторной базы. Увязка программ различных дисциплин. Сравнение подходов в России и за рубежом. Литературные источники: статьи, учебники и пособия, практикумы. Англоязычная литература, особенности терминологии.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

5 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Формальная аналогия динамических процессов в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и длинных линиях и процессов распространения тепла.
2. Численное моделирование жестких нелинейных систем, метод Ньютона-Рафсона.
3. Уравнение теплопроводности. Формальная аналогия и взаимосвязь электрофизических и теплофизических параметров среды.
4. Механизмы теплообмена. Тепломассообмен: основные стационарные и нестационарные задачи.
5. Сжимаемая и несжимаемая жидкости. Вязкость. Ньютоновская и неньютоновская жидкости, уравнения Навье-Стокса.
6. Критерии, определяющие характер течения жидкости или газа.
7. Совместное решение уравнений гидродинамики и электромагнитного поля (Максвелла-Власова).
8. Особенности решения нелинейных задач методом конечных элементов, метод Ньютона-Рафсона.
9. Особенности расчета внешних задач электродинамики методом конечных элементов: поглощающие слои, суперэлементы (метод Треффта).

10. Учет потерь и температурных зависимостей электрических свойств материалов в методе конечных элементов, итерационные расчеты.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Власова Е.А., Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Приближенные методы математической физики –М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2001
2. Вишняков С.В., Гордюхина Н.М., Федорова Е.М. Расчет электромагнитных полей с помощью программного комплекса ANSYS –М.: Издательство МЭИ, 2003
3. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. / К. С. Демирчян, и др. . – СПб. : Питер, 2009
4. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов -М.: Физматлит, 2002, 304 с.
5. Самарский А.А., Гулин А.В. Устойчивость разностных схем -М.: Либроком, 2009, 384 с.
6. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. Вычислительные методы – СПб. : Лань, 2014 . – 672 с.
7. Нгуен-Куок Ши Основы математического моделирования низкотемпературной плазмы. – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 446 с.
8. Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Численные методы решения обратных задач математической физики. – М. : Эдиториал УРСС, 2014 . – 480 с.
9. Сычев В. В. Дифференциальные уравнения термодинамики – М. : Изд. дом МЭИ, 2010 . – 252 с.
10. Ягов В. В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях – М. : Изд. дом МЭИ, 2014 . – 542 с.
11. Месяц Г. А. Взрывная электронная эмиссия– М. : Физматлит, 2011 . – 280 с.

Дополнительная литература:

12. Зейферт Г., Трельфалль В. Вариационное исчисление в целом. 2-е изд., — М.: РХД, 2000
13. Ульянов М.В. Ресурсно-эффективные компьютерные алгоритмы. Разработка и анализ -М.: Физматлит, 2008, 304 с.

14. Лобанов А.И., Петров И.Б., Старожилова Т.К, Вычислительные методы для анализа моделей сложных динамических систем. -М.: Изд-во МФТИ, 2002, 160 с.

15. Гольцов Н.А. Основы численного анализа и алгоритмы для многопроцессорных вычислительных систем -М.: МГУЛ, 2002, 98 с.

16. Соловейчик Ю. Г. Метод конечных элементов для решения скалярных и векторных задач: учебное пособие / Ю. Г. Соловейчик, М. Э. Рояк, М. Г. Персова - Сер. «Учебники НГТУ», 2007. - 896 с.

17. Шакиров М. А. Теоретические основы электротехники. Тензоры в ТОЭ. Электродинамика. Теория относительности – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011 . – 315 с.

15. Демирчян К. С. Движущийся заряд в четырехмерном пространстве по Максвеллу и Эйнштейну / – М. : Комтехпринт, 2008 . – 144 с.

19. Калиткин Н. Н. Численные методы– СПб. : БХВ-Петербург, 2014 . – 592 с.