

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.09.10 Электротехнология

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Компьютерное моделирование электротехнологических процессов и установок»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.2

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 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 05.09.10 «Электротехнология» номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является освоение подходов к моделированию процессов и установок электротехнологии с использованием компьютерных средств.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с современными тенденциями развития методов математического моделирования процессов в электротехнологии;
- освоение методов моделирования процессов в электротехнологии, в том числе случайных и переходных.

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

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность к применению теории электротехнологических процессов в профессиональной деятельности (ПК-1);
- владение методами математического и физического моделирования электротехнологических процессов и установок (ПК-2);

– способность к применению теории современных конструкционных материалов и их взаимодействия с электромагнитным полем и концентрированными потоками энергии в профессиональной деятельности (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- современные тенденции развития методов математического моделирования процессов в электротехнологии (ПК-2);
- методы решения краевых задач, моделирования случайных и переходных процессов в электротехнологии (ПК-1);

уметь:

- осуществлять разработку математических моделей для исследования процессов в электротехнологических установках (ПК-2);
- корректно ставить задачи, принимать допущения и анализировать результаты вычислительных экспериментов (ПК-2);
- применять теорию современных конструкционных материалов и их взаимодействия с электромагнитным полем и концентрированными потоками энергии в профессиональной деятельности (ПК-4);

владеть:

- методикой разработки математических моделей в электротехнологии с использованием современных пакетов программ и языков программирования (ОПК-1);
- культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационных технологий (ОПК-2);
- методикой синтеза новых моделей с целью получения дополнительных знаний о явлениях и процессах в электротехнологии (ОПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основные задачи компьютерного моделирования в электротехнологии

Актуальность применения моделирования в электротехнологии. Связь моделирования и инженерного эксперимента. Классификация математических моделей. Аналитические, цифровые, регрессионные и смешанные модели. Понятие адекватности и верификации модели. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными, применяемых для анализа процессов в электротехнологии.

2. Обзор аналитических и численных методов решения краевых задач в электротехнологии

Аналитические методы решения задачи теплопередачи при воздействии точечного и линейного теплового источника. Ограничения и недостатки. Численные методы решения уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Решение многомерных краевых задач. Методы переменных направлений и дробных шагов. Метод последовательных приближений с использованием явной разностной схемы. Стационарный и нестационарный случай. Достоинства и недостатки рассмотренных методов.

3. Методы задания граничных условий и функций распределения источников и стоков энергии в задачах электротехнологии

Классификация граничных условий. Задание источников и стоков тепла в виде граничного условия. Граничные условия при моделировании электрических и магнитных полей. Методы задания функции распределения плотности теплового потока. Движущиеся граничные условия. Задача Стефана.

4. Использование методов крупных частиц и методов Монте-Карло для решения задач электротехнологии

Методы крупных частиц для решения задач массопереноса, электронной оптики и молекулярной динамики. Потенциал Леннарда-Джонса. Методы сглаженных частиц (SPH) и частиц в ячейках (PIC). Моделирование пучков заряженных частиц методом крупных частиц. Метод Монте-Карло. Моделирование случайных процессов. Понятие о сечении процесса. Упругое и неупругое взаимодействие частиц. Моделирование прохождения частиц сквозь среды.

5. Математическое моделирование переходных процессов в электротехнологических системах с использованием передаточных функций

Актуальность исследования переходных процессов в локальных регуляторах электротехнологических установок. Использование передаточных функций при составлении моделей электротехнологических процессов и установок, реализуемых в виде структурных схем в широко доступных пакетах программ. Разработка моделей электрических цепей с накопителями энергии для анализа переходных процессов в источниках питания при импульсном и непрерывном регулировании мощности и изменении параметров нагрузки.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

1 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Цели и задачи математического моделирования в электротехнологии.

2. Классификация моделей. Материальное, идеальное, знаковое, математическое моделирование.
3. Классификация математических моделей. Аналитические, цифровые, регрессионные и смешанные модели.
4. Адекватность и верификация моделей.
5. Физические процессы, протекающие в электротехнологических установках и их подобие с точки зрения математического описания.
6. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка, применяемых при моделировании физических процессов.
7. Понятие теплопроводности. Закон Фурье. Теплоемкость тела. Уравнение теплопроводности.
8. Уравнение теплопроводности. Начальные и краевые условия.
9. Модели тепловых источников, применяемые при анализе процессов нагрева в электротехнологических установках различного типа.
10. Объемные тепловые источники. Постановка задачи моделирования нагрева поверхности расплава, деформированной давлением паров.
11. Аналитический метод решения уравнения теплопроводности и его ограничения.
12. Численные методы решения уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей.
13. Аппроксимация производных первого и второго порядков по методу конечных разностей.
14. Одномерное уравнение теплопроводности в конечно-разностной форме при использовании явной и неявной разностных схем.
15. Суть метода прогонки для решения одномерного уравнения теплопроводности.
16. Аппроксимация граничных условий при использовании метода прогонки.

17. Решение двумерных тепловых задач с использованием явной разностной схемы

18. Локально-одномерные методы для решения многомерных задач с использованием неявной разностной схемы: метод переменных направлений и метод дробных шагов.

19. Моделирование процессов испарения

20. Составление моделей электрических схем с накопителями энергии для анализа переходных процессов.

21. Моделирование процессов управления. Настройка регуляторов.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Леушин И. Моделирование процессов и объектов в металлургии. - М.:Инфра-М, 2013, 208 стр.
2. Гладков Э.А. Управление процессами и оборудованием при сварке: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 432 С.

Дополнительная литература:

3. Федоткин И. Математическое моделирование технологических процессов. - М.:Ленанд, 2015. 416 с.
4. Костюкова Н. И. Основы математического моделирования. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. 195 с.
5. Рубцов В.П., Погребисский М.Я. Моделирование в технике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 80 с.
6. Охорзин В. А. Компьютерное моделирование в системе Mathcad: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006. 144 с.

7. M. Edstorp. *Weld pool simulations. Dissertation abstract. Chalmers university of technology and University of Gothenburg, Goteborg, Sweden*, 2008.
8. Алямовский А.А. Инженерные расчеты и *SolidWorks Simulation*. – М.: ДМК-Пресс, 2015. 464 с.
9. Дьяконов В.П. *MATLAB 6.5 SP1 (7.0). SIMULINK 5/6. Основы применения*. – М.: СОЛОН-Пресс, 2008. 800 с.