

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 27.06.01 Управление в технических системах

Направленность (специальность) 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (энергетика, машиностроение)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Моделирование технических систем (в энергетике)»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.1

Всего: 108 часов

Семестр 3, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часа – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 892 и паспорта специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям), номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение общих принципов построения математических моделей тепловых и гидравлических процессов технологических объектов управления, методов получения и сравнительного анализа моделей различной степени приближения, выбор наилучшей модели в зависимости от ее назначения.

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов и методологии построения математических моделей теплотехнических объектов, способов упрощения моделей и анализа влияния допущений на точность модели;
- ознакомление с новейшими достижениями и тенденциями в области математического моделирования;
- приобретение практических навыков создания аналитических моделей всех типов теплообменных устройств, применяемых на тепловых и атомных электростанциях.

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

- способность исследовать и разрабатывать модели и структурные решения систем, предназначенных для автоматизации производства и интеллектуальной поддержки процессов управления энергетических объектов (ПК-1);
- способность разрабатывать на научной основе автоматизированные технологии и производства и системы управления технологическими процессами в энергетике (ПК-2).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Знать:

- принципы и методологию построения математических моделей теплотехнических объектов, способы упрощения моделей с анализом влияния допущений на точность модели (ПК-2);
- влияние технологических особенностей и режимов работы теплообменных устройств на структуру и характеристики математической модели (ПК-2).

Уметь:

- применять методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования в прикладной теории управления (ПК-2);
- анализировать информацию о новых моделях и новых подходах в математическом моделировании (ПК-1).

Владеть:

- приемами исследования математических моделей как во временной, так и в частотной области (ПК-2);
- техникой использования математических пакетов в целях моделирования объектов и автоматических систем управления (ПК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Принципы построения математических моделей

Основные понятия математического моделирования. Классификация моделей. Модели различной степени приближения: распределенные и сосредоточенные, линейные и нелинейные, статические и динамические.

Способы представления математических моделей: системой дифференциальных уравнений, векторно-матричной формой, структурными схемами, сигнальными графами.

Принципы построения математических моделей, декомпозиция задачи, структура модели. Уравнения законов сохранения вещества, энергии и количества движения для потоков жидкостей и газов. Уравнения теплопроводности для твердых тел.

Техника получения моделей статического, линейного, точечного и многоточечного приближения из распределенной нелинейной модели.

Основные модели энергетических объектов

Модели тепловых процессов одномерного однофазного потока. Метод двойного преобразования Лапласа. Двухмерные передаточные функции. Статические и динамические характеристики различных моделей потока: с распределенными и сосредоточенными параметрами, точечные и многоточечные.

Модели различного приближения для плоской и цилиндрической теплопередающей стенки. Распределенная и точечная модели плоской стенки и их статические динамические характеристики.

Модели гидродинамических процессов несжимаемых, слабо сжимаемых и сжимаемых потоков. Статические и динамические характеристики различных моделей потока.

Обобщенная математическая модель типовых теплообменных устройств в энергетике: конвективных и радиационных, прямоточных и противоточных, с однофазными и двухфазными теплоносителями. Декомпозиция и упрощение модели. Выбор метода решения. Статические и динамические характеристики различных моделей типовых теплообменных устройств.

Математическое моделирование процессов оборудования ТЭС и АЭС

Математическое моделирование процессов теплоэнергетического оборудования ТЭС. Структура математической модели барабанного котла. Динамические характеристики различных поверхностей котла. Особенности моделирования динамики циркуляционного контура. Структура математической модели прямоточного котла. Динамические характеристики различных поверхностей прямоточного котла.

Математическое моделирование процессов теплоэнергетического оборудования АЭС. Структура математической модели энергоблока с реактором ВВЭР. Динамические характеристики реактора и парогенератора.

Алгоритмизация расчетов математических моделей на ЭВМ

Итерационные алгоритмы расчета статических режимов. Расчет переходных процессов нелинейных моделей. Расчет частотных характеристик различных моделей. Программные средства моделирования объектов.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

3 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Понятие моделирования. Цели и задачи моделирования. Классификация моделей.
2. Физическое моделирование: понятие, достоинства и недостатки. Теория подобия и методы анализа размерностей.
3. Особенности математического моделирования. Понятие идентификации математической модели.
4. Основные этапы процесса моделирования (от мат. модели к характеристикам переходных процессов)
5. Понятие «структура модели»
6. Типовые структуры моделей, примеры
7. Виды ММ и их связь с теорией автоматического управления. Примеры.
8. Виды структур регуляторов, примеры
9. Оценка качества работы регулятора, методики

10. Методы составления ММ: достоинства и недостатки.
11. Сглаживание экспериментальных данных: теория и практика.
12. Методы получения динамики объекта. Активный эксперимент: особенности и методы обработки данных.
13. Методы получения динамики объекта. Методы обработки данных пассивного эксперимента.
14. Методы получения статики простых объектов при активном эксперименте. Метод наименьших квадратов.
15. Методы получения статики простых объектов при пассивном эксперименте. Регрессионный анализ.
16. Методы получения статики нелинейных объектов при пассивном эксперименте. Дисперсионный анализ.
17. Особенности построения статики многомерных объектов: методы выбора существенных параметров модели.
18. Особенности построения статики многомерных объектов. Теория планирования эксперимента.
19. Проверка адекватности ММ.
20. Теория игр - признаки игры как математической модели ситуации
21. Применение теории игр
22. Краткий анализ процесса как объекта управления. - Смесительный бак
23. Краткий анализ процесса как объекта управления - Автоматический воздушный охладитель
24. Краткий анализ процесса как объекта управления - Теплообменник «труба в трубе»
25. Краткий анализ процесса как объекта управления - Водогрейный котел

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Пикина Г.А. Математические модели технологических объектов: Учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
2. Пащенко Ф.Ф. Введение в состоятельные методы моделирования систем. Ч.1. Математические основы моделирования систем. М.: Финансы и статистика, 2006, 328 с.
3. Пащенко Ф.Ф. Введение в состоятельные методы моделирования систем. Ч.2. Идентификация нелинейных систем. М.: Финансы и статистика, 2007, 288 с.

Дополнительная литература:

4. Виноградова Н. А. Разработка прикладного программного обеспечения АСНИ в среде LabVIEW при проведении теплофизического эксперимента: учебное пособие по направлениям "Техническая физика", "Автоматизация и управление" / М. : Изд. дом МЭИ, 2008 . – 48 с.
5. Математическое моделирование в технике : учебник для вузов / В. С. Зарубин . – 3-е изд . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010 . – 495 с. – (Математика в техническом университете ; Вып.21 (Заключ.)) . - ISBN 978-5-7038-3022-2

Лицензионное программное обеспечение: MatLAB.