

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 14.06.01. Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии

Направленность (специальность) 05.14.03. Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Проблемы математического моделирования и оптимизации
тепловых схем АЭС»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

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 14.06.01 Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии

код и название направления

утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 879, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»,

шифр и название специальности

утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение подходов к математическому моделированию и оптимизации тепловых схем АЭС.

Задачами дисциплины являются:

- изучение тепловых схем и системного подхода к их исследованию;
- ознакомление с научными основами построения тепловых схем АЭС;
- изучение тепловых схем на основе групп элементов оборудования;
- изучение принципов решения задачи оптимизации АЭС;

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

- Способность к созданию теоретических и математических моделей, описывающих процессы в ядерных реакторах (ПК-1);
- Готовность к созданию новых методов расчета современных ядерных энергетических установок (ПК-2);
- Способность использовать фундаментальные законы в области ядерных реакторов (ПК-3);

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- структуру математических моделей тепловых схем, описывающих процессы в ядерных реакторах (ПК-1);
- методы расчета тепловых схем современных ядерных энергетических установок (ПК-2);
- фундаментальные законы сохранения применительно к построению математических моделей тепловых схем ядерных реакторов (ПК-3);

уметь:

- разрабатывать структуру математических модели тепловых схем, описывающих процессы в ядерных реакторах (ПК-1);
- выполнять расчеты на основе разработанных тепловые схемы современных ядерных энергетических установок (ПК-2);
- применять фундаментальные законы сохранения для построения математических моделей тепловых схем ядерных реакторов (ПК-3);

владеть:

- методами оптимизации тепловых схем АЭС (ПК-2);

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Тепловые схемы и системный подход к их исследованию

Задача исследования и задача оптимизации технологической схемы АЭС. Функциональные свойства АЭС и критерии оптимизации. Определение и состав тепловой схемы. Тепловые схемы принципиальные и полные. Виды и цели расчетов тепловых схем. Исследование АЭС на основе системного подхода. Иерархия задач исследования АЭС. Задача оптимизации АЭС и основные этапы ее решения.

Математические модели тепловых схем: определение и классификация. Принципы разработки на основе системного подхода и состав математических моделей тепловых схем. Математическая модель с фиксированной структурой тепловой схемы. Линейная математическая модель. Процедура теории графов для решения уравнений нелинейной математической модели.

2. Математическое моделирование тепловых схем на основе элементов оборудования

Способы моделирования тепловых схем на основе математических моделей элементов технологического оборудования. Примеры математических моделей элементов оборудования. Описание связей тепловой схемы в универсальной математической модели: с использованием указателей. Таблицы с задаваемыми логическими и физическими параметрами.

Представление тепловой схемы в виде информационно-насыщенного графа. Способы описания связей вершин графа. Способы задания информационно-насыщенного графа тепловой схемы. Формирование массивов данных, необходимых для расчета тепловой схемы. Реализация математической модели на ЭВМ. Обеспечение удобства пользователей при подготовке исходных данных.

3. Математическое моделирование тепловых схем на основе групп элементов оборудования

Математическая модель тепловой схемы ПТУ на основе групп элементов технологического оборудования. Обоснование подхода, его преимущества. Обобщенные уравнения теплового баланса для различных систем паротурбинной установки: системы регенеративного подогрева питательной воды, теплофикационной установки, системы промежуточных сепарации и перегрева пара турбины. Матрицы, задающие структуру групп элементов оборудования. Обобщенное уравнение системы регенерации в матричной форме. Алгоритмы расчета и принципы построения универсальной программы расчета тепловых схем "СХЕМА".

На лабораторно-практических занятиях слушатели осваивают основные правила работы с компьютерной программой СХЕМА и задания исходных данных; способы определения значений внутренних относительных КПД цилиндров турбины и расчета параметров процесса расширения пара в турбине; изменения в бланке исходной информации в соответствии с рассчитываемыми вариантами; особенности представления результатов расчета и их анализа.

4. Задача оптимизации АЭС

Задача оптимизации АЭС. Исходная информация, ее вероятностный характер. Оптимизируемые параметры. Полная и локальные задачи. Временной аспект задачи оптимизации; основные этапы ее решения в соответствии с системным подходом. Иерархия математических моделей для полной задачи оптимизации АЭЯ.

Критерии оптимальности: приведенные годовые и интегральные затраты; функция приведения. Разность приведенных затрат как критерий оптимальности локальной задачи.

Современные подходы к оптимизации в условиях неопределенности исходной информации и возможности многокритериальной оптимизация.

Расчетное задание направлено на выработку навыков расчетного исследования зависимости тепловой экономичности паротурбинной установки АЭС от ограниченного числа параметров тепловой схемы, в числе которых могут быть и структурные; обработка и анализ полученных результатов заканчиваются формулировкой практических рекомендаций.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

1 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Дайте определение понятию «тепловой схема».
2. Перечислите функциональные свойства АЭС и критерии оптимизации.
3. Сформулируйте задачу оптимизации АЭС.
4. Сформулируйте современные подходы к оптимизации в условиях неопределенности исходной информации
5. Сформулируйте системный подход

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Алексеев П.Н., Асмолов В.Г., Гагаринский А.Ю., Кухаркин Н.Е., Семченков Ю.М., Сидоренко В.А., Субботин С.А., Цибульский В.Ф., Штромбах Я.И. О стратегии развития ядерной энергетики России до 2050 г. М.: Атомная Энергия, 2011, Т.111, №4.
2. Асмолов В.Г., Зродников А.В., Солонин М.И. Инновационное развитие ядерной энергетики России М.: Атомная Энергия, 2007, Т.103, №3.

3. Зорин В.М. Атомные электростанции. Вводный курс. М.: Издательство МЭИ, 2006.

4. Зорин В.М. Атомные электростанции. Основной технологический процесс. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

5. Кузнецов М. С., Зорин В.М. Математическое моделирование тепловых схем ПТУ АЭС / В книге: Радиоэлектроника, электротехника и энергетика.// Пятнадцатая международная конференция студентов и аспирантов: Тез. докл. в 3-х т. М.: Издательский дом МЭИ, 2009, т. 3.

Дополнительная литература:

6. Тепловые и атомные электростанции: Справочник/ Под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

7. Трухний А.Д., Булкин А.Е. Тихоходные турбины для ядерной энергетики. М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

8. В.Г.Асмолов, В.Н.Блинков, О.Г.Черников Основы обеспечения безопасности АЭС. Учебное пособие. Москва, Издательский дом МЭИ, 2014, 151 с.

9. Б.Г.Гордон Эволюция безопасности АЭС // Электрические станции, №12, 2011, с.6-11

10.Алексеев П.Н., Асмолов В.Г., Гагаринский А.Ю., Кухаркин Н.Е., Семченков Ю.М., Сидоренко В.А., Субботин С.А., Цибульский В.Ф., Штромбах Я.И. О стратегии развития ядерной энергетики России до 2050 г. М.: Атомная Энергия, 2011, Т.111, №4.