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

«Компьютерное моделирование аварийных ситуаций на энергоблоке АЭС»

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 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 компьютерному моделированию аварийных ситуаций на энергоблоке АЭС.

Задачами дисциплины являются:

– изучение системных теплогидравлических кодов улушенной оценки;

– изучение файлов входных данных АЭС для системных теплогидравлических кодов;

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

– Способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования (ПК-5);

- Способность провести расчет, концептуальную и проектную проработку современных ядерных энергетических установок (ПК-6);

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

– методы компьютерного моделирования аварийных ситуаций на энергоблоке АЭС с использованием современной техники и современных методов расчета (ПК-5);

уметь:

– разрабатывать файлы входных данных для современных кодов улучшенной оценки, предназначенных для компьютерного моделирования аварийных ситуаций на энергоблоке АЭС (ПК-6);

владеть:

– расчетными кодами улучшенной оценки (ПК-5);

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Нормативные документы и рекомендации, определяющие применение теплогидравлических кодов для компьютерного моделирования аварийных ситуаций на энергоблоке АЭС

Требования к проведению анализов безопасности АЭС с помощью компьютерного моделирования теплогидравлическими кодами аварийных ситуаций в Германии, изложенные в нормативном документе PSK Guidline «Compilation of Information for Review Purposes under Licencing and Supervision Procedures for NPP, September, 1982".

Рекомендации и требования для обоснования безопасности АЭС расчетными кодами в США, изложенные в нормативном документе «United States Code of Federal Regulation, Paper 10, Paragraph 50, appendix K.

Обобщение подходов США, Германии и других стран по вопросу проведения анализов безопасности расчетными кодами для обоснования АЭС, выполненное экспертами МАГАТЭ. Нормативный документ МАГАТЭ «Safety Assessment and Verification. Safety Guide. Working ID NS253, IAEA, Vienna, 2004".

Требования к проведению анализов безопасности АЭС с помощью компьютерного моделирования теплогидравлическими кодами аварийных ситуаций в России, изложенные в нормативных документах «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций». ОПБ - 88/97. ПНАЭ Г -01 -011 - 97. - М.: Госатомнадзор России, 1997; «Требования к составу и содержанию отчета о верификации и обосновании программных средств, применяемых для

обоснования безопасности объектов использования атомной энергии (РД-03-34-2005)». М.: Госатомнадзор России, 2005.

2. Тенденции развития теплогидравлических кодов улучшенной оценки для компьютерного моделирования аварийных ситуаций на АЭС

Требования к теплогидравлическим кодам улучшенной оценки со стороны надзорных органов и проектно-конструкторских организаций.

Развитие математических моделей теплогидравлических процессов и явлений для расчетных кодов улучшенной оценки. Перспективы их дальнейшего совершенствования и его пределы

Разработка теплогидравлических кодов следующего поколения для углубленных анализов безопасности АЭС. Обзор работ по текущему состоянию национального проекта NEPTUNE во Франции.

Анализ работ над кодом следующего поколения RELAP-7 (США). Математические модели, численные методы, оценки неопределенностей результатов расчетов, обучение пользователей.

3. Экспериментальная база для верификации теплогидравлических кодов

Подобие, масштабировании, и моделирование теплогидравлических процессов и явлений, реализующихся при аварийных ситуациях на АЭС.

Проектирование и сооружение экспериментальных установок для исследований теплогидравлики в аварийных режимах АЭС. Интегральные экспериментальные стенды, моделирующие реакторные установки. Экспериментальные стенды для исследования отдельных эффектов.

Полномасштабный стенд безопасности ПСБ-ВВЭР (Россия, ЭНИЦ). Основные характеристики стенда ПСБ-ВВЭР. Автоматизированная система сбора и обработки научной информации стенда ПСБ-ВВЭР. Обзор результатов экспериментальных исследований, выполненных на стенде ПСБ-ВВЭР для верификации расчетных кодов улучшенной оценки.

4. Верификация расчетных теплогидравлических кодов улучшенной оценки для PWR и ВВЭР

Матрицы верификации по интегральным экспериментам для PWR и матрицы верификации по локальным экспериментам для PWR.

Матрицы верификации для ВВЭР для аварий с большими течами, для аварий с малыми и средними течами и для переходных режимов.

Сравнительный анализ состояния верификации теплогидравлических кодов улучшенной оценки:

- состояние верификации кода ATHLET,
- состояние верификации кода CATHARE,
- состояние верификации кода RELAP5/MOD3,
- состояние верификации кода КОРСАР,
- состояние верификации кода СОКРАТ.

5. *Применение расчетных кодов улучшенной оценки для компьютерного моделирования теплогидравлическими кодами аварийных ситуаций на энергоблоке АЭС*

Использование расчетных кодов улучшенной оценки для анализов безопасности и при лицензировании в странах OECD.

Специфика использования кодов улучшенной оценки при лицензировании во Франции и Германии.

Опыт применения расчетных кодов улучшенной оценки для компьютерного моделирования теплогидравлическими кодами аварийных ситуаций на энергоблоке АЭС в России.

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. Перечислите требования к проведению анализов безопасности АЭС

2. Требования к теплогидравлическим кодам улучшенной оценки со стороны надзорных органов и проектно-конструкторских организаций.

Приведите примеры математических моделей тепловых схем.

3. Назовите основные принципы системного подхода.

4. Сформулируйте критерии оптимальности

5. Сформулируйте обобщенные уравнения теплового баланса для различных систем паротурбинной установки.

6.Подобие, масштабировании, и моделирование теплогидравлических процессов и явлений, реализующихся при аварийных ситуациях на АЭС.

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.