



Министерство науки
и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
Институт дистанционного
и дополнительного образования



**АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

повышения квалификации

«Использование компьютерных технологий в анализе безопасности АЭС»,

Раздел(предмет) *Основы анализа безопасности АЭС с использованием компьютерных технологий*

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|---|---|------------|------------------|
| <i>Основные понятия использования компьютерных расчетных кодов для анализа безопасности АЭС</i> | Введение. Современные интегральные коды анализа безопасности АЭС. Коды консервативной и наилучшей оценки, сравнение, достоинства и недостатки. Коды анализа проектных и запроектных аварий. Обзор основных существующих зарубежных и российских кодов (RELAP5, КОРСАР, MELCOR), CFD коды. Основные принципы, области применения. Понятия верификации и валидации кодов. | <i>Нет</i> | 48 |
| <i>Основные положения анализа неопределенностей</i> | Принципы анализов неопределенностей, чувствительности. Использование поверхности отклика, метода Монте-Карло, GRS. Методы анализа чувствительности, параметрические, непараметрические, индексы Соболя, метод Мориса. | <i>Нет</i> | |

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|--|---|------------|------------------|
| <i>Основные положения моделирования аварийных процессов на основе современных компьютерных кодов</i> | <p>Основные принципы составления нодализационной схемы АЭС, использование основных элементов: одиночный объем, одиночное соединение, труба, ветвление, использование таблиц для ввода теплофизических свойств, задание управляющих параметров для расчета переходных и аварийных процессов АЭС.</p> <p>Основные принципы анализа результата расчетов переходных и аварийных процессов на АЭС; принципы графического представления данных; использования утилиты XMGR5/ACGRACE/APTPL OT. Основные стадии аварии типа LOCA, тяжелой аварии.</p> | <i>Нет</i> | |

Раздел(предмет) **Основные особенности компьютерного кода анализа безопасности АЭС на примере кода RELAP5**

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|---|--|------------|------------------|
| <i>Основные особенности компьютерного кода RELAP5</i> | <p>Основные принципы использования кода RELAP5 для анализа динамики переходных и аварийных процессов на АЭС. Основные уравнения. Численная модель.</p> <p>Основные гидродинамические компоненты, моделируемые в RELAP5; примеры моделирования.</p> | <i>Нет</i> | 47 |
| <i>Моделирование</i> | Моделирование нейтронной кинетики реактора в | <i>Нет</i> | |

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|---|--|------------|------------------|
| <i>нейтронной кинетики, тепловых структур и системы управления и защиты АЭС</i> | RELAP5; основные уравнения. Понятие тепловых структур и их использование в RELAP5; основные уравнения. Модели контрольных переменных и логических переключателей; использование их для моделирования вспомогательных систем АЭС; логических элементов и связей между компонентами. | | |
| <i>Использование карт режимов потока в коде RELAP5</i> | Карты режимов гидродинамических потоков, используемые в RELAP5; особенности моделирования горизонтального и вертикального течения; особенности моделирования потоков в смесителе от САОЗ; особенности моделирования потоков в насосах. | <i>Нет</i> | |
| <i>Основные замыкающие модели RELAP5</i> | Модели тепло–массообмена, межфазного трения, трения на стенке канала, используемые в RELAP5. | <i>Нет</i> | |
| <i>Модели специальных процессов в RELAP5</i> | Обзор моделей специальных процессов, используемых в RELAP5. Моделирование критического истечения в RELAP5 на основе модели Ренсома и Генри-Фоска. Достоинства и недостатки. Моделирование эффекта ССFL. Моделирование двухфазного расслоения горизонтально разделенного потока в ветвлениях, термического расслоения жидкости, отслеживания уровня смеси, резкого изменения проходного | <i>Нет</i> | |

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|--|---|------------|------------------|
| | сечения, эффекта water racking, процессов повторного смачивания, повреждения оболочки ТВЭЛов, паро-циркониевой реакция. | | |
| <i>Моделирование специализированного оборудования АЭС в RELAP5</i> | Моделирование насосов в RELAP5; принципы гомологичных кривых и их составление для однофазного и двухфазного режима смеси. Модели клапанов, сепаратора, турбины, гидроаккумулятора, смесителя CAO3 и эжектора используемые в RELAP5. | <i>Нет</i> | |

Раздел(предмет) **Компьютерные технологии для решения сложных задач НИР ЯЭ**

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|--|--|------------|------------------|
| <i>Основные особенности CFD кодов</i> | Основные уравнения. Уравнения RANS. Гипотеза Буссинеска. Модели $k-\epsilon$, $k-\omega$, SST, Рейнольдсовых напряжений, LES, DES, построение расчетной сетки, численные схемы, многофазные течения, примеры моделирования. | <i>Нет</i> | 47 |
| <i>Компьютерные технологии параллельных вычислений</i> | Особенности использования параллельных вычислений для ускорения расчетов в области научно технических расчетов АЭС; анализ типовых областей использования в научных расчетах ядерной техники. Принципы реализации параллельных вычислений. Существующие технологии параллельных вычислений: PVM, MPI, CUDA. Анализ | <i>Нет</i> | |

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|----------------------------------|---|----------|------------------|
| | <p>их основных характеристик, отличий и областей использования. Три концепции реализации параллельных расчетов: SIMD, SDMI, MIMD. Практические шаги осуществления параллельных вычислений. Особенности и основные характеристики суперкомпьютеров. Возможность осуществления научно-технических расчетов на суперкомпьютерах в России. Организация параллельных вычислений на основе распределенного кластера. Принципы и технические варианты организации кластера на основе компьютеров различного типа, требуемое оборудование. Модель использования PVM, MPI. Гетерогенность сети для вычисления, типы гетерогенности. Основные задачи, принципы и контроль PVM, MPI, цикл их функционирования. Основные элементы PVM, MPI, расчетная модель. Языки программирования для использования с PVM, MPI и связь с Fortran/C/C++. Шаги по установке PVM, MPI, основные команды. Основная последовательность действий при использовании PVM, MPI с программной точки зрения. Старт PVM, MPI программ. Концепция master-slave.</p> | | |


| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|--|--|-------------------|------------------|
| | Деревообразная структура расчетов | | |
| <p><i>Технология решения сложных задач НИР ЯЭ на основе алгоритмов поиска глобального оптимума</i></p> | <p>Обзор современных компьютерных технологий для решения сложных научных задач ЯЭ: генетические алгоритмы (ГА), Simulated annealing (SA), экстремальная оптимизация (ЭО). Примеры областей и задач использования. Причины возникновения ГА, история его развития и основные используемые в ГА биологические принципы. Базисные принципы применения ГА для оптимизации технических систем; его основные элементы и операторы; Простой ГА; основные достоинства ГА и недостатки. Положения теории «схемата»; теорема схемата – ее значение для функционирования ГА. Основные условия использования ГА для оптимизации сложных технических систем; возможные методы кодирования информации и методы селекции. Возможные методы селекции в ГА и их достоинства и недостатки; другие используемые параметры; их типичные значения и их вариация в зависимости от типа задачи; Рассмотрение типичных задач НИР ЯЭ для использования ГА. Экстремальная Оптимизация – основные</p> | <p><i>Нет</i></p> | |

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|---|--|------------|------------------|
| | <p>принципы, сравнение с ГА. Рассмотрение ЕО-т алгоритма на основе спиновых стекол; достоинства и недостатки ЕО-т. Обобщенная ЕО-т; анализ достоинств и недостатков. История возникновения SA. Алгоритм Метрополиса. Формализованный SA. Основные параметры SA и принципы их варьирования. Обзор проблем НИР ЯЭ для использования экстремальной оптимизации и SA.</p> | | |
| <i>Использование нейронных сетей в задачах ЯЭ</i> | <p>Основные принципы нейронных сетей. Модели нейронов. Графическое представление нейронных сетей. Существующие архитектуры нейронных сетей. Процессы обучения нейронных сетей. Обзор существующих типов нейронных сетей, особенности их использования для решения задач НИР. Основные принципы реализации нейронных сетей на основе многослойного персептрона. Методы кластеризации, примеры использования в задачах ЯЭ. Методы глубинного обучения, особенности, перспективы развития и использования в индустрии. Примеры задач ЯЭ для эффективного использования нейронных сетей.</p> | <i>Нет</i> | |
| <i>Методы динамического</i> | <p>Мотивация ДВАБ, классификация методов их обзор. Метод поиска</p> | <i>Нет</i> | |

| Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) | Форма ТК | Количество часов |
|---|--|----------|------------------|
| <i>вероятностного анализа безопасности и (ДВАБ) АЭС</i> | наихудших сценариев аварий на основе применения генетического алгоритма ГА-ДВАБ, примеры использования для анализа аварий типа LOCA, тяжелых аварий, пожаров на АЭС. | | |

Руководитель АЭС

(должность, ученая степень,
ученое звание)

| | | | |
|---|------------------------------|---|--|
|  | | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| <i>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</i> | | | |
| Владелец | Аникеев А.В. | | |
| Идентификатор | R64fa5fd7-AnikeevAV-ee466b65 | | |

(подпись)


А.В.

Аникеев

(расшифровка
подписи)

Начальник ОДПО

(должность, ученая степень,
ученое звание)

| | | | |
|---|------------------------------|---|--|
|  | | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| <i>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</i> | | | |
| Владелец | Крохин А.Г. | | |
| Идентификатор | R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84 | | |

(подпись)

А.Г. Крохин

(расшифровка
подписи)