

Оглавление

<i>Иностранный язык – Б1.О.01</i>	2
<i>Теория принятия решений – Б1.О.02</i>	3
<i>Проектный менеджмент – Б1.О.03</i>	4
<i>Организационное поведение – Б1.О.04</i>	5
<i>Компьютерные технологии в ядерной энергетике и теплофизике – Б1.О.05</i>	6
<i>Атомные электростанции – Б1.В.01</i>	9
<i>Физика ядерных реакторов – Б1.В.02</i>	13
<i>Автоматизированные системы управления АЭС – Б1.В.03</i>	16
<i>Новые технологии проектирования АЭС – Б1.В.04</i>	18
<i>Теплогидравлика ЯЭУ – Б1.В.05</i>	20
<i>Основы обеспечения безопасности АЭС – Б1.В.06</i>	22
<i>Экономика научных исследований – Б1.В.07</i>	23
<i>Ядерные энергетические реакторы – Б1.В.08</i>	25
<i>Наладка и эксплуатация оборудования АЭС – Б1.В.ДВ.01.01</i>	27
<i>Газодинамика двухфазных сред – Б1.В.ДВ.01.02</i>	30
<i>Экономика ядерной энергетики – Б1.В.ДВ.02.01</i>	32
<i>Исследования тепловых схем АЭС – Б1.В.ДВ.02.02</i>	34

Аннотация дисциплины

Иностранный язык – Б1.О.01

Цель дисциплины: изучение грамматического строя иностранного языка и лексики общетехнической направленности

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 4.

Содержание разделов: 1 семестр. Причастие: формы и функции. Причастие в функции определения. Причастие в функции обстоятельства и обстоятельный (зависимый) причастный оборот. Независимый причастный оборот в начале предложения. Независимый причастный оборот в конце предложения. Герундий: формы и функции. Сложный герундиальный оборот. Сложный герундиальный оборот в функции подлежащего. Инфинитив: формы и функции. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами в пассиве, как признак оборота. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами исключения. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами. Объектный инфинитивный оборот. Объектный инфинитивный оборот с глаголами. Объектный инфинитивный оборот с глаголами ощущения (to see, to feel, to notice, to hear etc.). Устные темы: About Myself. Native Town. Russia.

2 семестр. Придаточные предложения, определение: глагольные формы, оканчивающиеся на –ed, стоящие подряд. Условные придаточные предложения 1, 2, 3 типов и с инверсией. Местоимения в неопределенно-личных предложениях. Местоимение it. Неполные обстоятельственные предложения времени и условия. Бессоюзное подчинение придаточных определительных предложений. Страдательный (пассивный) залог и его особенности. Глагольные формы, оканчивающиеся на –ed, стоящие подряд. Устные темы: My Institute and my future profession. Great Britain. The USA.

Аннотация дисциплины

Теория принятия решений – Б1.О.02

Цель дисциплины: изучение грамматического строя иностранного языка и лексики общетехнической направленности

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов: 1 семестр. Причастие: формы и функции. Причастие в функции определения. Причастие в функции обстоятельства и обстоятельный (зависимый) причастный оборот. Независимый причастный оборот в начале предложения. Независимый причастный оборот в конце предложения. Герундий: формы и функции. Сложный герундиальный оборот. Сложный герундиальный оборот в функции подлежащего. Инфинитив: формы и функции. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами в пассиве, как признак оборота. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами исключения. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами. Объектный инфинитивный оборот. Объектный инфинитивный оборот с глаголами. Объектный инфинитивный оборот с глаголами ощущения (to see, to feel, to notice, to hear etc.). Устные темы: About Myself. Native Town. Russia.

2 семестр. Придаточные предложения, определение: глагольные формы, оканчивающиеся на –ed, стоящие подряд. Условные придаточные предложения 1, 2, 3 типов и с инверсией. Местоимения в неопределенно-личных предложениях. Местоимение it. Неполные обстоятельственные предложения времени и условия. Бессоюзное подчинение придаточных определительных предложений. Страдательный (пассивный) залог и его особенности. Глагольные формы, оканчивающиеся на –ed, стоящие подряд. Устные темы: My Institute and my future profession. Great Britain. The USA.

Аннотация дисциплины

Проектный менеджмент – Б1.О.03

Цель дисциплины: изучение грамматического строя иностранного языка и лексики общетехнической направленности

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов: 1 семестр. Причастие: формы и функции. Причастие в функции определения. Причастие в функции обстоятельства и обстоятельный (зависимый) причастный оборот. Независимый причастный оборот в начале предложения. Независимый причастный оборот в конце предложения. Герундий: формы и функции. Сложный герундиальный оборот. Сложный герундиальный оборот в функции подлежащего. Инфинитив: формы и функции. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами в пассиве, как признак оборота. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами исключения. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами. Объектный инфинитивный оборот. Объектный инфинитивный оборот с глаголами. Объектный инфинитивный оборот с глаголами ощущения (to see, to feel, to notice, to hear etc.). Устные темы: About Myself. Native Town. Russia.

2 семестр. Придаточные предложения, определение: глагольные формы, оканчивающиеся на –ed, стоящие подряд. Условные придаточные предложения 1, 2, 3 типов и с инверсией. Местоимения в неопределенно-личных предложениях. Местоимение it. Неполные обстоятельственные предложения времени и условия. Бессоюзное подчинение придаточных определительных предложений. Страдательный (пассивный) залог и его особенности. Глагольные формы, оканчивающиеся на –ed, стоящие подряд. Устные темы: My Institute and my future profession. Great Britain. The USA.

Аннотация дисциплины

Организационное поведение – Б1.О.04

Цель дисциплины: изучение грамматического строя иностранного языка и лексики общетехнической направленности

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов: 1 семестр. Причастие: формы и функции. Причастие в функции определения. Причастие в функции обстоятельства и обстоятельный (зависимый) причастный оборот. Независимый причастный оборот в начале предложения. Независимый причастный оборот в конце предложения. Герундий: формы и функции. Сложный герундиальный оборот. Сложный герундиальный оборот в функции подлежащего. Инфинитив: формы и функции. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами в пассиве, как признак оборота. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами исключения. Субъектный инфинитивный оборот с глаголами. Объектный инфинитивный оборот. Объектный инфинитивный оборот с глаголами. Объектный инфинитивный оборот с глаголами ощущения (to see, to feel, to notice, to hear etc.). Устные темы: About Myself. Native Town. Russia.

2 семестр. Придаточные предложения, определение: глагольные формы, оканчивающиеся на –ed, стоящие подряд. Условные придаточные предложения 1, 2, 3 типов и с инверсией. Местоимения в неопределенно-личных предложениях. Местоимение it. Неполные обстоятельственные предложения времени и условия. Бессоюзное подчинение придаточных определительных предложений. Страдательный (пассивный) залог и его особенности. Глагольные формы, оканчивающиеся на –ed, стоящие подряд. Устные темы: My Institute and my future profession. Great Britain. The USA.

Аннотация дисциплины

Компьютерные технологии в ядерной энергетике и теплофизике – Б1.О.05

Цель дисциплины: изучение современных компьютерных технологий используемых в ядерной энергетике (ЯЭ) и теплофизике.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 6.

Содержание разделов:

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. Принципы анализов неопределенностей, чувствительности. Использование поверхности отклика, метода Монте-Карло, GRS.

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.

Основные принципы анализа результата расчетов переходных и аварийных процессов на АЭС; принципы графического представления данных; использования утилиты XMGR5/ACGRACE.

Основные принципы использования кода RELAP5 для анализа динамики переходных и аварийных процессов на АЭС. Основные уравнения. Численная модель. Основные гидродинамические компоненты, моделируемые в RELAP5; примеры моделирования.

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.

Модели тепло-массообмена, межфазного трения, трения на стенке канала, используемые в RELAP5.

Обзор моделей специальных процессов, используемых в RELAP5. Моделирование критического истечения в RELAP5 на основе модели Ренсома и Генри-Фоска. Достоинства и недостатки. Моделирование эффекта CCFL. Моделирование двухфазного расслоения горизонтально разделенного потока в ветвлениях, термического расслоения жидкости, отслеживания уровня смеси, резкого изменения проходного сечения, эффекта water packing,

процессов повторного смачивания, повреждения оболочки ТВЭЛов, паро-циркониевой реакции.

Моделирование насосов в RELAP5; принципы гомологичных кривых и их составление для однофазного и двухфазного режима смеси. Модели клапанов, сепаратора, турбины, гидроаккумулятора, смесителя САОЗ и эжектора используемые в RELAP5.

Моделирование нейтронной кинетики реактора в 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.

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 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. Древообразная структура расчетов.

Обзор современных компьютерных технологий для решения сложных научных задач ЯЭ: генетические алгоритмы (ГА), Simulated annealing (SA), экстремальная оптимизация (ЭО), нейронные сети. 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 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.

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. Примеры задач ЯЭ для эффективного использования нейронных сетей.

Аннотация дисциплины

Атомные электростанции – Б1.В.01

Цель дисциплины: изучение основ исследования и проектирования технологической схемы АЭС применительно как к основному технологическому процессу, так и к вспомогательным технологическим системам.

Место дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 7.

Содержание разделов:

Паропроизводительные установки с реактором типа ВВЭР. Основные особенности водо-водяного энергетического реактора. Основные управляемые параметры тепловой схемы ППУ с ВВЭР и зависимость от них параметров вырабатываемого пара. Возможности использования схемы ступенчатого испарения в парогенераторной установке.

Перспективы развития ВВЭР. Основные особенности ВВЭР-СКД. Новые ядерно-энергетические технологии и международная программа Generation-IV.

Цели и порядок расчета тепловой схемы паропроизводительной установки (на примере ППУ с ВВЭР).

ППУ охлаждаемые кипящим водным теплоносителем. Особенности реакторов корпусных (ВК) и канальных водо-графитовых (РБМК). Подходы к определению параметров вырабатываемого пара. О перегреве пара в реакторе – опыт эксплуатации энергоблоков с реакторами АМБ.

ППУ с натрийохлаждаемыми реакторами. Особенности реактора типа БН. Понятие о коэффициенте воспроизводства ядерного горючего. Выбор основных управляемых параметров и параметров вырабатываемого пара.

ППУ с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. Основные решения, принятые в проекте быстрого реактора с естественной безопасностью со свинцовым теплоносителем (БРЕСТ). Свойства свинца, обеспечивающие новые качества реакторной установки. Ядерно-энергетическая технология с использованием свинцово-висмутового реактора малой мощности. Основные особенности реакторной установки СВБР-75/100. Перспективы ее использования.

ППУ с газоохлаждаемыми реакторами. Задача определения параметров пара для ППУ с реакторами магноксового типа. Основные особенности ППУ с усовершенствованными газоохлаждаемыми реакторами (AGR). Особенности ППУ с высокотемпературными гелийохлаждаемыми реакторами (HTGR). Основные

характеристики и перспективы реакторов ВТГР (комплексное энергообеспечение) и ВТГБР (расширенное воспроизводство ядерного горючего).

Роль системы регенерации теплоты (СР). Теоретические решения по выбору основных управляемых параметров СР. Понятие о степени регенеративного подогрева воды. Особенности подогревателей и схемы их включения для части высокого и низкого давления СР. Управляемые параметры тепловой схемы ПТУ, связанные с конструктивными особенностями подогревателей высокого (ПВД) и низкого (ПНД) давления. Особенности подогревателей смешивающего типа.

Основы термической деаэрации воды. Назначение и структура деаэрационной установки. Способы включения деаэратора постоянного давления в тепловую схему.

Питательная установка – одно-, двухподъемная. Схемы питательных установок. Особенности турбопривода питательного насоса.

Теплофикационная установка (ТфУ). Потребители тепловой энергии и графики тепловой нагрузки. Температурный график ТфУ и способы регулирования тепловой нагрузки. Выбор основных управляемых параметров ТфУ. Конструктивные особенности сетевых подогревателей. Подготовка добавочной воды для теплосети (вспомогательная технологическая система).

Потребители пара для собственных нужд электростанции. Испарители в тепловой схеме. Применение испарителей на одноконтурной АЭС.

Система промежуточных перегрева и сепарации пара турбины – назначение и применяемые схемы. Конструктивные особенности сепараторов и сепараторов-пароперегревателей. Управляемые параметры системы. Выбор разделительного давления турбины.

Турбина в тепловой схеме ПТУ. Характеристики потока влажного пара; допустимая влажность пара. Особенности основных выбираемых параметров влажнопаровых турбин. Внутренний относительный КПД и возможные способы его оценки для цилиндров турбины. Построение h,s -диаграммы процесса расширения пара в турбине. Вспомогательные системы турбины; система концевых уплотнений.

Насосы в тепловой схеме АЭС. Основные параметры и способы их определения. Характеристики насосов. Виды используемых насосов и их основные особенности.

Трубопроводы электростанции и их основные характеристики; опоры и подвески. Энергетическая арматура – запорная, регулирующая, предохранительная – конструктивные особенности и основные характеристики. Схема главных паропроводов турбины большой мощности. Схемы питательных трубопроводов.

Тепловые схемы паротурбинных установок и основные этапы их расчета.

Общая характеристика вспомогательных технологических систем. Системы нормальной эксплуатации на примере РУ с ВВЭР-1000. Система компенсации давления – назначение, схема и особенности установленного оборудования, принцип действия.

Система продувки-подпитки первого контура – назначение, схема, принцип действия. Назначение и краткая характеристика систем высокотемпературной байпасной очистки теплоносителя, организованных протечек, промконтура, продувки парогенераторов, боросодержащей воды и борного концентрата, дистиллята, подготовки химреагентов для ввода в теплоноситель.

Системы, обеспечивающие отвод теплоты от оборудования вспомогательных систем в окружающую среду.

Обеспечение безопасности РУ посредством глубоко эшелонированной защиты от выхода радиоактивных веществ, содержащихся в ядерном топливе. Защитная оболочка РУ.

Системы ВВЭР – аварийно-планового расхолаживания активной зоны (САОЗ), спринклерная, аварийного ввода бора высокого давления и аварийного впрыска бора, аварийного паро-газоудаления, аварийной питательной воды – назначения, схемы, основные характеристики. Функционирование систем безопасности при проектных авариях.

Особенности систем безопасности РУ с ВВЭР-440.

Развитие систем безопасности в проекте «АЭС-2006»: дополнительная система залива активной зоны, система пассивного отвода теплоты (СПОТ).

Характеристика систем безопасности РУ с ВВЭР-СКДИ со спектральным регулированием мощности в течение кампании.

Вспомогательные технологические системы РУ одноконтурной АЭС с РБМК. Системы нормальной эксплуатации: продувки и расхолаживания (СПИР), очистки продувочной воды КМПЦ. Системы безопасности: аварийного охлаждения реактора (САОР), локализации аварий – назначение, схемы и состав оборудования, принцип действия.

Вспомогательные технологические системы реакторной установки с БН-600: заполнения контуров натрием, очистки натриевого теплоносителя с помощью холодных ловушек. Расхолаживание реактора в нормальных условиях эксплуатации и при авариях. Функционирование систем и оборудования при авариях с нарушением межконтурной плотности и взаимодействием воды с натрием. Система аварийного расхолаживания с воздушным теплообменником в проекте РУ с БН-800.

Назначение технологической вентиляции на АЭС. Организация вентиляции гермозоны и обстройки реакторного отделения АЭС с ВВЭР-1000: назначения и требования

к приточно-вытяжным и рециркуляционным вентиляционным системам, их состав и основные характеристики.

Определение и основные требования к компоновке. Виды компоновки главного корпуса АЭС: сомкнутая, разомкнутая, интегральная (в проекте). Взаимное расположение реакторного отделения и машзала, продольное и поперечное расположение турбоагрегатов. Островной принцип компоновки оборудования в машзале. Примеры компоновок АЭС с ВВЭР-440, ВВЭР-1000, РБМК-1000, БН-600. Особенности компоновки турбин с боковым расположением конденсаторов. Особенности компоновки оборудования паротурбинной установки одноконтурной АЭС.

Основные требования к разработке генерального плана АЭС.

Аннотация дисциплины

Физика ядерных реакторов – Б1.В.02

Цель дисциплины: изучить теорию нейтронно-физических процессов и эффектов, способы воздействия на них в ядерных реакторах, а также особенности расчетов и экспериментов по физике реакторов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 14.

Содержание разделов:

1 семестр. Физическая классификация ядерных реакторов. Коэффициент размножения. Возможные представления цикла размножения нейтронов. Эффективный коэффициент размножения.

Уравнение реактора в диффузионно-возрастном приближении. Материальный параметр. Условие критичности реактора в диффузионно-возрастном приближении. Одногрупповое приближение. Геометрический параметр и распределение потока нейтронов по объему реактора. Квазикритическое приближение.

Гомогенный однозонный реактор с отражателем в одногрупповом приближении. Эффективная добавка. Гомогенный однозонный реактор с отражателем в двухгрупповом приближении. Пространственное распределение потоков быстрых и тепловых нейтронов.

Многозонный реактор. Условие критичности двухзонного реактора с отражателем в одногрупповом приближении.

Физические особенности гетерогенного реактора. Классификация реакторных решеток. Основные предположения в теории решетки.

Метод вероятностей первых столкновений (ВПС). Расчет ВПС в различных решетках.

Коэффициент размножения на быстрых нейтронах. Расчет коэффициента размножения на быстрых нейтронах для различных решеток. Зависимость этого коэффициента от параметров решетки.

Вероятность избежать резонансного поглощения. Расчет эффективного резонансного интеграла поглощения в решетках. Учет энергетической и пространственной экранировок, взаимного затенения топливных блоков, замедления внутри блока, температурных эффектов. Зависимость вероятности избежать резонансного поглощения от параметров решетки.

Коэффициент использования тепловых нейтронов. Относительное вредное поглощение. Расчет коэффициента использования тепловых нейтронов. Особенности расчета в различных ячейках.

Спектры нейтронов и усреднение сечений в области тепловых энергий. Зависимость коэффициента использования тепловых нейтронов от параметров решетки и ячейки.

Число нейтронов деления на один поглощенный топливом тепловой нейтрон.

Расчет длин диффузии и замедления в различных решетках. Зависимость возраста и квадрата длины диффузии нейтронов от параметров решетки. Зависимость материального параметра от отношения объемов замедлителя и топлива. Выбор оптимального варианта решетки.

2 семестр. Кинетика ядерных реакторов. Решение уравнений кинетики с m группами запаздывающих нейтронов. Переходный и установившийся режимы. Решение уравнений кинетики с одной эффективной группой запаздывающих нейтронов. Переходные процессы при положительных и отрицательных значениях реактивности. Эффективная доля запаздывающих нейтронов.

Основные особенности выгорания ядерного топлива. Изменение изотопного состава урана и плутония. Шлакование реактора. Стационарное (равновесное) отравление реактора ксеноном. Нестационарное отравление реактора ксеноном. Иодная (ксеноновая) яма. Ксеноновые колебания и волны. Взаимозависимость количества ксенона в реакторе и параметров состояния реактора. Отравление реактора самарием.

Воспроизводство делящегося материала. Различные определения и формулы для коэффициента воспроизводства. Сравнение коэффициентов воспроизводства для реакторов на тепловых и быстрых нейтронах. Смешанное уран-плутониевое топливо. Расширенное воспроизводство делящихся материалов. Время удвоения.

Глубина выгорания топлива. Кампания реактора и топлива.

Задачи СУЗ и способы их решения. Составляющие запаса реактивности. Рабочие органы (органы регулирования) СУЗ. Эффективный радиус поглощающего стержня. Эффективность поглощающего стержня, погруженного на всю глубину вдоль оси симметрии реактора. Зависимость эффективности поглощающего стержня от места его расположения. Дифференциальная и интегральная эффективность органов регулирования СУЗ (ОР СУЗ). Эффективность решетки ОР СУЗ. Интерференция поглощающих стержней. Жидкостное борное регулирование. Выгорающие поглотители. Гомогенное и гетерогенное размещение выгорающего поглотителя.

Контроль потока нейтронов. Особенности пуска и контроль параметров при пуске реактора.

Динамика ядерного энергетического реактора и энергоблока АЭС. Изменение мощности реактора. Роль мощностного и температурных эффектов реактивности. Саморегулирование реактора при возмущении по нагрузке турбогенератора энергоблока. Продление кампании реактора в режиме саморегулирования. Останов реактора.

Водо-водяные энергетические реакторы. Особенности активной зоны. Эффекты реактивности. Глубина выгорания топлива. Водо-водяные кипящие реакторы. Канальные графитовые реакторы. Тяжеловодные канальные реакторы. Реакторы на быстрых нейтронах. Спектр нейтронов. Производство делящихся материалов. Запас реактивности.

Физическое проектирование нового реактора. Особенности нейтронно-физических реакторных расчетов. Расчет элементов периодичности реакторных решеток. Экспериментальные установки. Критическая сборка. Подкритическая сборка.

Классификация экспериментов. Особенности экспериментов на различных установках.

Примеры экспериментов на различных сборках и ядерном реакторе типа ВВЭР.

Аннотация дисциплины

Автоматизированные системы управления АЭС – Б1.В.03

Цель дисциплины: изучение общих принципов функционирования, методов и основ построения автоматизированных систем управления атомными электрическими станциями (АСУ АЭС).

Место дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 4.

Содержание разделов:

Понятия технологического объекта управления (ТОУ), алгоритма функционирования и алгоритма управления ТОУ, критерия и цели управления. Управляемые величины, возмущающие и управляющие воздействия, Математическое описание ТОУ – методы дифференциальных уравнений и переходных характеристик, частотный метод.

Типовые линейные динамические звенья. Соединения звеньев.

Основные понятия устойчивости, Анализ устойчивости по расположению корней характеристического уравнения системы. Критерий устойчивости Найквиста. Понятие запаса устойчивости. Оценка запаса устойчивости.

Замкнутая и разомкнутая схемы автоматического регулирования. Синтез автоматических систем регулирования (АСР). Разомкнутая схема регулирования с компенсацией возмущений. Схема замкнутого регулирования с обратной связью по отклонению. Алгоритмы (законы) регулирования. Прямые и косвенные критерии качества регулирования. Принципы настройки замкнутых АСР.

Особенности энергоблока АЭС, используемого в качестве ТОУ. Влияние обратных связей по температуре теплоносителя и нейтронной мощности, наличию пара в активной зоне реактора. Отравление реактора ксеноном и самарием, влияние остаточного энерговыделения.

Требования к надежности, безопасности и экономичности функционирования АЭС. Современный этап развития энергоблоков АЭС в России и мире. Топливо для энергоблоков АЭС. Открытый и замкнутый топливные циклы АЭС.

Современный этап развития АЭС. Режимы работы энергоблоков АЭС в составе энергосистемы. Особенности энергоблоков АЭС как технологических объектов управления.

Диспетчерское управление энергоблоками АЭС. Эксплуатационные состояния энергоблоков АЭС. Изменение технологического режима работы и эксплуатационного

состояния энергоблоков. Планирование ремонтов и вывода из эксплуатации основного оборудования АЭС.

Требование к поддержанию частоты электрического тока в ЕЭС России и технологически изолированных энергосистемах. Эксплуатационные ограничения энергоблоков АЭС к отклонениям частоты. Общее и нормированное первичное регулирование частоты, участие в них энергоблоков АЭС.

Ограничения возможности снижения нагрузок АЭС в ночные часы.

Информационные, управляющие и вспомогательные функции АСУ ТП АЭС. Состав подсистем АСУ ТП АЭС.

Центральный, блочный и резервный щиты управления АЭС. Требования к ним.

Функции управляющей вычислительной системы в составе АСУ ТП АЭС.

Требования к системе управления и защиты реактора (СУЗ). Подсистемы и резервирование элементов СУЗ. Аварийная защита реактора, принципы формирования ее воздействия на реактор.

Характеристики АСУ ТП АЭС.

Основные управляемые и управляющие величины энергоблока АЭС – на примере энергоблока с водо-водяным энергетическим реактором (ВВЭР).

Регулирование: давления пара с помощью редуцирующих установок, частоты вращения турбогенераторов, уровня в конденсаторах турбин, уровня и давления в деаэраторах, уровня в регенеративных подогревателях и барабанных парогенераторах энергоблоков с ВВЭР, давления и уровня в компенсаторе давления.

Статические программы изменения основных регулируемых параметров энергоблоков АЭС. Программы с постоянной средней температурой теплоносителя первого контура и постоянным давлением пара во втором контуре энергоблоков с ВВЭР. Компромиссные программы.

Схема регулирования основных параметров энергоблоков с ВВЭР.

Основные формы работы с персоналом АЭС. Состав мероприятий при подготовке персонала АЭС на должность и поддержании его квалификации.

Виды проверок знаний, инструктажей и противоаварийных тренировок персонала АЭС, требования к периодичности их проведения.

Программные и технические средства, применяемые для обеспечения готовности персонала АЭС.

Аннотация дисциплины

Новые технологии проектирования АЭС – Б1.В.04

Цель дисциплины: изучение основ проектирования крупных инженерных объектов на примере АЭС, с применением современных программных продуктов проектирования.

Место дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 3.

Содержание разделов:

Пояснительная записка. Схема планировочной организации земельного участка. Архитектурные решения. Конструктивные и объемно-планировочные решения. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно - технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Проект организации строительства. Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства. Перечень мероприятий по охране окружающей среды. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Смета на строительство объекта капитального строительства. Иная документация, установленная законодательными актами Российской Федерации. Определение основных целей проекта и требований к проекту. Жизненный цикл проекта. Фазы проекта. Обоснование инвестиций. Концептуальное проектирование, необходимое для согласования последующей работы различных проектных подразделений. Обоснование инвестиций и определение экономической эффективности проекта. Типовое проектирование и привязка проекта к локальным условиям. Предпроектные работы, получение исходных данных для проектирования. Состав ТЗ на проект. Нормативная база, определяющая состав ТЗ. Требования к Системе управления требованиями. Выбор оборудования. Создание технологических схем в P&ID. Границы технологической системы и подсистемы. Входа и выходы системы. Определение смежных систем. Выбор оборудование, взаимодействие с заводами изготовителями. Создание технологических схем в P&ID. Границы технологической системы и подсистемы. Входа и выходы системы. Определение смежных систем. Выбор оборудование, взаимодействие с заводами изготовителями. Определение весовых, геометрических и ценовых параметров оборудования и технологической системы в целом. Сбор информации и анализ опыта эксплуатации аналогичных технологических систем. Определение основных рисков эксплуатации. Размещение технологического оборудования в SmartPlant P&ID. Интеллектуальное проектирование строительных объектов. Автоматизация выпуска документации. Разделение функциональных задач по специализациям. Ключевые особенности SmartPlant 3D. Возможности SmartPlant 3D. Особенности водно-химического

режима первого контура АЭС. Системы поддержания водно-химического режима первого контура АЭС. Особенности водно-химического режима второго контура АЭС. Системы поддержания водно-химического режима второго контура АЭС. Основные принципы обращения с радиоактивными отходами на АЭС. Классификация радиоактивных отходов на АЭС. Системы обращения с радиоактивными отходами по категориям на АЭС.

Аннотация дисциплины

Теплогидравлика ЯЭУ – Б1.В.05

Цель дисциплины: овладение базовыми знаниями в области многофазной теплогидравлики, лежащими в основе современных методов и подходов к исследованию нестационарных теплогидравлических процессов, протекающих в ходе аварии на АЭС.

Место дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 4.

Содержание разделов:

Система уравнений сохранения однофазного потока. Сохранение массы. Сохранение импульса. Сохранение энергии. Потери на местных сопротивлениях. Уравнение Бернулли. Расширение канала. Формула Борда. Сужение канала. Формула Вейсбаха. Трение на стенке канала. Уравнение Навье-Стокса. Формула Пуайзеля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Влияние шероховатости.

Пространственно-временное осреднение параметров. Вывод уравнений сохранения массы, импульса и энергии двухфазного потока (двухскоростное двухтемпературное приближение). Общие принципы построения замыкающих соотношений.

Режимы течения в вертикальных и горизонтальных трубах. Экспериментальные методы определения режимов течения (визуальные методы, методы на основе измерения пульсаций давления, методы на основе поглощения излучения, кондуктометрические методы). Карты режимов течения в вертикальных трубах (Хьюитт-Робертс, Беннет). Карты режимов течения в горизонтальных трубах (Бейкер, Мэндхэн). Критерии перехода между режимами течения в вертикальной трубе. Построение карты режимов течения в вертикальной трубе. Критерии перехода между режимами течения в горизонтальной трубе. Определение объемного паросодержания. Построение карты режимов течения в горизонтальной трубе.

Определение площади межфазной поверхности в пузырьковом, снарядном, дисперсно-кольцевом и расслоенным режимах. Модели межфазного трения. Влияние профилей скорости и паросодержания на эффективное скольжение фаз. Модель потока дрейфа Зубера-Финдлея. Описание трения фаз о стенку канала. Потери на местных сопротивлениях в случае двухфазной среды.

Уравнение первого закона термодинамики для потока. Скорость звука. Критическое истечение однофазной и двухфазной сред. Противоточные течения. Явление «захлебывания». Соотношения для определения границы захлебывания. Корреляции Уоллиса, Кутателадзе, Бэнкофа.

Пузырьковый режим. Задача о росте пузырька в перегретой жидкости. Снарядный режим. Дисперсно-кольцевой режим. Расслоенное течение.

Теплообмен при кипении в большом объеме. Кривая кипения. Кризисы теплоотдачи. Теплообмен при кипении в трубах. Влияние вынужденного движения на теплоотдачу при кипении. Механизм образования пузырьков. Теплоотдача при кипении жидкости. Кризис теплоотдачи при кипении в трубах.

Физические процессы. Капельная конденсация. Пленочная конденсация неподвижного пара. Задача Нуссельта. Пленочная конденсация движущегося пара. Конденсация из парогазовой смеси. Интенсификация теплообмена при конденсации.

Механизм процесса. Влияние основных параметров. Работа парораспределительного щита.

Аннотация дисциплины

Основы обеспечения безопасности АЭС – Б1.В.06

Цель дисциплины: изучение инженерно-технических и нормативно-правовых сторон проблемы безопасности атомных электростанций и основных принципов обеспечения безопасности атомных электростанций на всех стадиях их жизненного цикла.

Место дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 5.

Содержание разделов:

История, современное состояние и перспективы развития атомной энергетики в мире. Понятие безопасности в атомной энергетике. Государственное управление и регулирование безопасности при использовании атомной энергии.

Основные принципы обеспечения безопасности АЭС. Принцип защиты в глубину. Принципы управления. Общие технические принципы. Конкретные принципы безопасности (выбор площадки АЭС, проектирование, изготовление оборудования и сооружение АЭС, ввод в эксплуатацию, эксплуатация АЭС, снятие с эксплуатации, аварийные ситуации на АЭС).

Классификация систем и элементов АЭС. Требования к системам безопасности АЭС. Защитные системы безопасности. Локализирующие системы безопасности. Управляющие системы безопасности. Обеспечивающие системы безопасности.

Методы анализа безопасности АЭС. Детерминистский анализ безопасности. Вероятностный анализ безопасности.

Основные источники радиационной опасности на АЭС.

Радиационная безопасность персонала и населения.

Обращение с отработавшим топливом и радиоактивными отходами.

Международные договоры (конвенции). Федеральные законы. Нормативные правовые акты Президента и Правительства России. Федеральные правила и нормы в области использования атомной энергии. Нормативные документы органов государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии. Классификация событий на АЭС. Международная шкала ядерных событий INES.

Авария на АЭС ТМ1. Авария на ЧАЭС. Авария на АЭС Фукусима.

Аннотация дисциплины

Экономика научных исследований – Б1.В.07

Цель дисциплины: изучение основ теории и практики организации научных исследований, их влияния на технические и экономические показатели основного оборудования АЭС, методов оценки финансовой эффективности инновационных проектов, в т.ч. научных исследований как вида инвестиционных проектов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 3.

Содержание разделов:

Цели и особенности курса. Место и роль атомной энергетики в РФ и в мире. Роль НИОКР в развитии и современной деятельности АЭ. Себестоимость продукции, ее виды и расчет. Составляющие (структура) себестоимости. ЭЭХ и ее расчет. Капитальные затраты, их классификация и расчет. Базовые и текущие цены, пересчет цен. Распределение КВ по годам строительства АЭС и статьям затрат. Удельные капитальные вложения в энергоблоки разных типов. Расчет КВ на строительство АЭС. Факторы, влияющие на удельные капвложения. Приведенные капитальные вложения и их расчет. Экономика передачи электроэнергии. Удельные капвложения и затраты на эксплуатацию ЛЭП различных параметров. Расчет себестоимости транспортировки электроэнергии. Характеристики топлив. Условное топливо. Единицы измерения теплотворной способности топлив. Характеристики топливной экономичности энергоблоков. Удельный расход топлива современных энергоблоков. Изменение удельного расхода по мере развития энергетики. Связь удельного расхода и КПД. Понятие инвестиций, проекта и инвестиционного проекта. Примеры инвестиционных проектов в энергетике. Виды эффективности инвестиционных проектов (ИП). Методы оценки эффективности ИП. Метод дисконтирования. Понятие дисконта и его смысл. Ставка и фактор дисконтирования. Понятие свободных денежных средств (Free Cash Flow), их расчет и графическое представление. Показатели коммерческой и бюджетной эффективности инвестиционных проектов, их расчет и смысл. Налоговое окружение инвестиционных проектов. Основные налоги и их расчет. Специфика научных исследований и НИОКР как инвестиционного проекта. Понятие риска и неопределенности. Отличия этих понятий. Сценарий инвестиционного проекта и его устойчивость. Основные сценарии и их отличия. Условия принятия инвестиционного проекта к реализации. Методы анализа устойчивости инвестиционных проектов. Анализ чувствительности инвестиционных проектов. «Паук чувствительности», его построение и

интерпретация. Бизнес план, его состав, структура. Требования к составлению бизнес-плана.

Аннотация дисциплины

Ядерные энергетические реакторы – Б1.В.08

Цель дисциплины: изучение конструктивных особенностей и принципов работы современных ядерных энергетических реакторов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 3.

Содержание разделов:

Реакция деления тяжёлых ядер, как источник энерговыделения. Воспроизводящие изотопы. Коэффициент воспроизводства топлива. Реактивность. Период реактора. Дефект массы. Роль запаздывающих нейтронов. Состав и компоновка ядерного реактора. Материалы ядерного реактора и требования к ним. Теплоносители. Замедлители. Отражатели. Поглотители. Конструкционные материалы. Ядерное топливо. Классификация ядерных реакторов. Основные типы ядерных реакторов.

Конструкции и физические особенности водо-водяных реакторов с водой под давлением. Конструкции и физические особенности водо-водяных кипящих реакторов (ВК, АСТ, ВВР). Конструкции и физические особенности графитовых реакторов с водным теплоносителем (АМ, АМБ, ЭГП, РБМК, МКЭР). Конструкции и физические особенности газографитовых реакторов (Magnox, AGR, HTGR). Российские и советские проекты газографитовых реакторов (ВГ, ВГМ, МГР, ГТ-МГР). Конструкции и физические особенности тяжеловодных реакторов (CANDU, SGHWR, HWGCR, KC). Конструкции и физические особенности реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ, СВБР). Конструкции и физические особенности реакторов на расплавах солей (MSBR). Концепции реакторов IV поколения. Газоохлаждаемый быстрый реактор. Быстрый реактор с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. Жидкосолевой реактор. Быстрый реактор с натриевым теплоносителем. Реактор с водным теплоносителем сверхкритических параметров. Высокотемпературный реактор с графитовым замедлителем. Проекты реакторных установок малой мощности.

Источники энерговыделения. Энерговыделение в активной зоне реактора. Энерговыделение в реакторных материалах. Энерговыделение в корпусе реактора. Организация теплоотвода. Распределение энерговыделения в активной зоне реактора. Локальные и технические коэффициенты неравномерности. Остаточное энерговыделение. Анализ возможных аварийных ситуаций. Средства предупреждения и предотвращения аварий. Защитные средства локализации и уменьшения последствий аварий.

Баланс нейтронов в активной зоне реактора. Контроль работы реактора. Измерение плотности нейтронов. Принципиальная схема управления ядерным реактором. Режимы работы ядерного реактора. Шлакование ядерного топлива. Отравление ксеноном. Отравление самарием. Органы регулирования реактора.

Аннотация дисциплины

Наладка и эксплуатация оборудования АЭС – Б1.В.ДВ.01.01

Цель дисциплины: изучение содержания и сущности процесса ввода в эксплуатацию, натурных испытаний при вводе в эксплуатацию, инженерной поддержки эксплуатации АЭС.

Место дисциплины в структуре ОПОП: элективные дисциплины 1 части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов:

Краткое содержание тематики курса. Требования к подготовке квалифицированных кадров для ввода в эксплуатацию и эксплуатации АЭС. Современное состояние и перспективы развития атомной энергетики в России и в мире, включая ввод новых мощностей и продление эксплуатации действующих энергоблоков. Основные проблемы современного развития. Новые перспективные проекты АЭС. Проект «Прорыв».

Общая характеристика процесса ввода в эксплуатацию. Последовательность и состав работ по вводу в эксплуатацию. Организационное обеспечение ПНР. Материальное обеспечение ПНР. Техническое обеспечение ПНР. Обеспечение чистоты внутренних поверхностей технологических трубопроводов и оборудования. Предпусковые наладочные работы. Подготовительный подэтап. Испытания и опробование оборудования. Испытания герметичного ограждения на прочность и герметичность. Холодно-горячая обкатка. Ревизия основного оборудования реакторной установки. Физический пуск. Энергетический пуск. Опытно-промышленная эксплуатация. Организация работ по вводу в эксплуатацию на площадке АС.

Лицензирование и получение разрешений на право производства работ по вводу в эксплуатацию. Руководство и управление вводом в эксплуатацию. Научно-техническое руководство вводом в эксплуатацию и авторский надзор. Техническое руководство вводом в эксплуатацию. Оперативное взаимодействие. Генеральный подряд на пусконаладочные работы. Суть и требования культуры безопасности при эксплуатации АЭС. Обеспечение безопасности при вводе в эксплуатацию. Техническая безопасность. Пожарная безопасность. Радиационная безопасность. Ядерная безопасность. Физическая защита. Противоаварийные мероприятия. Основные выводы из аварий на АЭС.

Актуализация и создание системы регулирования ввода в эксплуатацию. Структура и состав документов, регулирующих ввод в эксплуатацию. Управление системой обеспечения качества ввода в эксплуатацию. Развитие регулирования процесса ввода в эксплуатацию. Пусконаладочная документация. Этапные программы и графики.

Программы и методики испытаний оборудования и систем. Инструкции по эксплуатации и эксплуатационные схемы.

Натурное экспериментальное обоснование эксплуатации АЭС. Цели и условия натуральных испытаний при вводе в эксплуатацию. Требования к составу испытаний при вводе в эксплуатацию. Критерии успешности испытаний. Эксплуатационные нагрузки при испытаниях и их оптимизация. Совершенствование объема и состава испытаний. Оптимизация последовательности испытаний. Совершенствование методик испытаний.

Состояния процесса ввода в эксплуатацию. Структура и модель графиков ввода в эксплуатацию. Вероятностная модель планирования ввода в эксплуатацию. Критерии надежности. Модель эффективности ввода в эксплуатацию. Критерий эффективности пусконаладочных работ. Критерии оптимальности процесса ввода в эксплуатацию.

Общая характеристика и назначение физических испытаний СВРК. Нормативное обеспечение физических испытаний СВРК. Классификация физических испытаний СВРК. Исследования функций температурного контроля теплоносителя 1-го контура. Испытания по определению температурного поля на входе в активную зону. Проверка функций контроля распределения энерговыделения. Проверки функционирования СВРК в части формирования и выдачи сигналов защит по локальным внутрореакторным функциям. Испытания функций контроля общетехнологических параметров. Испытания функций контроля тепловой мощности реактора.

Общая концепция обоснования сейсмостойкости оборудования АЭС. Нормативные требования к обоснованию сейсмостойкости. Натурное подтверждение сейсмостойкости систем и элементов энергоблоков АЭС. Методика подтверждения динамических характеристик систем и элементов энергоблоков АЭС, важных для безопасности. Результаты расчетно-экспериментального обследования на сейсмостойкость оборудования энергоблоков АЭС. Характеристика зарубежных методологий оценки сейсмостойкости оборудования АЭС. Возможности сокращения объемов и состава расчетно-экспериментальных обследований сейсмостойкости оборудования АЭС. Актуальность применения расчетно-экспериментального метода при сооружении АЭС по российским проектам за рубежом и при обосновании продления сроков эксплуатации.

Основные задачи инженерной поддержки ввода в эксплуатацию и эксплуатации АЭС. Управление несоответствиями при вводе в эксплуатацию. Анализ отказов и дефектов оборудования при вводе в эксплуатацию. Анализ продолжительности работ на этапах ввода в эксплуатацию. Риски при вводе в эксплуатацию. Методика оценки рисков при сооружении и вводе в эксплуатацию и их влияния на сроки ввода в эксплуатацию. Оценка влияния рисков на увеличение сроков выполнения работ. Проектные ограничения и учет циклов нагружения оборудования РУ. Испытания и ресурс узлов и элементов реакторной

установки. Методы контроля повреждаемости и остаточного ресурса при вводе в эксплуатацию и эксплуатации. Контроль напряжений и накопления повреждений методами термо- и тензометрирования. Методология контроля остаточного ресурса оборудования и трубопроводов реакторных установок ВВЭР с использованием автоматизированной системы (САКОР).

Обоснование ресурса при вводе в эксплуатацию. Методическое обеспечение пусконаладочного контроля оборудования с использованием СПНИ. Состав СПНИ. Первичные средства измерений. Вторичные средства измерений. Контроль вибрационной нагруженности внутрикорпусных устройств реактора и главного циркуляционного трубопровода. Критерии вибронегруженного состояния оборудования реакторной установки. Виброшумовой контроль реактора. Термометрирование оборудования реакторной установки. Теплогидравлические испытания верхнего блока и шахтного объема реактора. Результаты натурного обоснования прочности и ресурса оборудования реакторной установки с использованием комплекса СПНИ. Факторы повреждаемости оборудования и исчерпания ресурса при вводе в эксплуатацию и эксплуатации.

Особенности диагностики оборудования АЭС. Виды отказов и дефектов. Построение и структура систем технической диагностики. Диагностические признаки. Методы диагностирования. Вибрационная диагностика. Мониторинг технологических процессов на энергоблоке АЭС. Прогнозирование технологических нарушений эксплуатации оборудования АЭС.

Международная практика оптимизации технического обслуживания и ремонта оборудования атомных станций. Риск-ориентированный подход при выборе стратегии ТОиР. Принципы перехода на стратегию ремонта в зависимости от технического состояния и оценки риска отказа на примере электроприводной арматуры. Организация ремонта оборудования по техническому состоянию с использованием средств технического диагностирования. Процедура принятия решения о продлении межремонтного периода или изменении категории ремонта оборудования. Типовой порядок перехода от регламентированного ТОиР к ремонту оборудования по техническому состоянию.

Аннотация дисциплины

Газодинамика двухфазных сред – Б1.В.ДВ.01.02

Цель дисциплины: изучение газодинамических и акустических параметров однофазного и двухфазного теплоносителя АЭС в эксплуатационных и аварийных режимах.

Место дисциплины в структуре ОПОП: элективные дисциплины 1 части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов:

Двухфазные среды в ядерных энергетических установках. Параметры, характеризующие поток пароводяной смеси. Режимы течения пароводяной смеси в парогенерирующих трубах. Двухфазные среды пузырьковой структуры. Основные соотношения в потоках двухфазных сред. Расходные и истинные параметры, характеризующие поток пароводяной смеси в трубах. Гидравлические сопротивления при вынужденном движении пароводяной смеси в трубах.

Неустановившееся движение сжимаемой двухфазной среды в трубах. Уравнение сохранения массы. Уравнение сохранения количества движения. Телеграфные уравнения. Электроакустические аналогии. Эквивалентные схемы замещения канала с потоком однофазной и двухфазной среды. Акустический резонанс и волновое сопротивление. Акустическая схема первого контура реактора ВВЭР-1000. Условия возникновения двухфазного состояния теплоносителя в ВВЭР-1000.

Акустические параметры теплоносителя АЭС. Собственная частота колебания давления теплоносителя (СЧКДТ), волновое сопротивление, добротность потока теплоносителя в первом контуре АЭС с ВВЭР-1000. Скорость звука в двухфазном теплоносителе. Расчет частот акустического резонанса в системе компенсации давления. Расчет СЧКДТ в переходных режимах. Расчет СЧКДТ в элементах акустической схемы первого контура АЭС с ВВЭР. Расчет СЧКДТ в пусковых режимах АЭС с ВВЭР и при работе АЭС в номинальном режиме. Расчет СЧКДТ, волнового сопротивления, добротности и полосы пропускания теплоносителя в петле первого контура АЭС с ВВЭР-1000.

Прогнозирование возникновения виброакустических резонансов в оборудовании первого контура. Непроектные высокоцикловые нагрузки в оборудовании, вызванные вращением ГЦН на АЭС с ВВЭР-1000. Методика построения картограмм активной зоны с указанием числа и места расположения ТВС, находящихся в зоне виброакустических резонансов с теплоносителем. Перспективные методы диагностирования, прогнозирования

и предотвращения возникновения виброакустических резонансов в оборудовании АЭС.
Расчет СЧКДТ при авариях с течью теплоносителя. Управление тяжелыми авариями.

Повышение сейсмостойкости систем охлаждения реактора при землетрясении путем оптимизации теплогидравлических и акустических характеристик теплоносителя.

Аннотация дисциплины

Экономика ядерной энергетики – Б1.В.ДВ.02.01

Цель дисциплины: изучение основных технологий ядерного топливного цикла, их влияния на технические и экономические показатели АЭС, методов расчета цены ядерного топлива, основ ценообразования в энергетике, основ управления проектами, основ анализа конкурентоспособности атомной энергетики в сравнении с традиционной и альтернативной энергетикой.

Место дисциплины в структуре ОПОП: элективные дисциплины 2 части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 3.

Содержание разделов:

Ядерное топливо и его основные характеристики. Связь характеристик ЯТ. Расчет массы ЯТ годовой перегрузки и полной загрузки РУ. Уран и его свойства. Важнейшие соединения урана. Получение и применение урана. Месторождения урана и их характеристики. Договор нераспространения и порог нераспространения. Стадии и технологии добычи и переработки урановой руды. Гидрометаллургическая переработка, ее стадии и технологии. Основы технологии изотопного обогащения урана. Характеристики производств разделения изотопов. Промышленные технологии разделения изотопов урана. Конструктивная реализация промышленных методов обогащения. Лабораторные и опытно-промышленные методы разделения. Характеристики технологий и производств изотопного обогащения. Расчет удельной и полной разделительной работы. Понятие разделительной мощности. Техничко-экономические характеристики отдельных агрегатов и разделительных мощностей. Топливные циклы ядерной энергетики. Расчет цены ядерного топлива в РТЦ на природном уране. Цены на продукцию различных стадий ЯТЦ. Расчет цены ядерного топлива и стоимости ежегодной перегрузки. Замкнутый топливный цикл на обогащенном уране для реакторов на быстрых нейтронах. Расчет цены ЯТ в ЗТЦ. Капитальные затраты в создании ЗТЦ.

Цена. Основные принципы ценообразования. Виды цен в энергетике. Схема ценообразования в энергетике. Практика ценообразования (свободный и регулируемый рынок). Экономический и технический факторы ценообразования.

Управление, его цели и методы. Линейная, линейно-функциональная и матричная организационные структуры управления. Схема управления атомной энергетикой РФ. Структура концерна «Росэнергоатом». Цеховая оргструктура управления АЭС. Схема оперативного управления АЭС. Безцеховая структура управления АЭС.

Понятие проекта. Треугольник проекта. Диаграмма Ганта. Современное программное обеспечение проектного управления.

ТЭК РФ и его структура. «Энергетическая стратегия РФ...» и ее основные задачи. ТЭБ РФ, его характеристики и особенности. Характеристики мирового ТЭК и ТЭБ. Геологическая закономерность. Ядерная энергетика в РФ и мире. Этапы, проблемы и перспективы развития. Альтернативные источники энергии.

Аннотация дисциплины

Исследования тепловых схем АЭС – Б1.В.ДВ.02.02

Цель дисциплины: изучение различных способов разработки универсальных математических моделей тепловых схем паротурбинных установок (ПТУ) АЭС и освоение работы с одной из таких моделей (с программой СХЕМА или иной) для проведения расчетных исследований.

Место дисциплины в структуре ОПОП: элективные дисциплины 2 части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 3.

Содержание разделов:

Задача исследования технологической схемы АЭС. Функциональные свойства АЭС. 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.

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.

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.

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"(или иной).

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. Возможности многокритериальной оптимизация.