

Аннотация дисциплины

Философские вопросы технических наук – Б1.Б.1

Цель дисциплины: формирование целостных представлений о возникновении и развитии техники и знаний о ней, включая знание о субъекте технического творчества – инженерного сообщества как социальной группы.

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

Содержание разделов: Статус технических теорий. Предмет философии техники. Аспекты философии техники: онтологические, эпистемологические, деятельностные. Сетевая структура техники и её реализация в концептуальных переходах. Становление классического научно-технического знания в Новое и Новейшее время. Поток выдающихся технических достижений. Вера в безграничные возможности науки. XVII — середина XVIII в. — время научной революции: развитие экспериментального метода и математизация естествознания. Техника как объект исследования естествознания. Экспериментальный метод и создание инструментов и измерительных приборов. Создание специализированных технических учебных заведений. Институционализация технических наук. Методология технических наук. Дисциплинарное оформление технических наук и построение фундаментальных технических теорий. Формирование идеальных объектов технических наук. Междисциплинарный характер технического знания. Система взаимосвязи теорий различного уровня общности. Системно-интегративные тенденции: масштабные научно-технические проекты. «Фундаментальные исследования – прикладные исследования – разработки». Техническое знание и инженерная деятельность. История развития техники. Технические революции. Технологические революции. Научно-техническая революция XX века. Основные этапы научно-технического прогресса. Технический прогресс в XXI в. Основные концепции философии техники. Романтико-символическая интерпретация Эрнста Каппа. Прагматизм Д.Эспинаса. Эвристика П.Энгельмейера. Антропологическая интерпретация Ортеги-и-Гассета. Миссия техники – освобождение человека. Выход из тупика техницизма: превращение техники в искусство. Трансцендентализм Ф. Дессауэра. «Миф машины» Л. Мэмфорда. Концепция техноценоза Б.И.Кудрина. Постструктурализм: М.Фуко, Ж. Деррида, Ж.-Ф. Лиотар. Развитие информационной техники как критерий развития современного

общества. Культурно-историческая интерпретация. Техника и мораль. В.М. Розов: зависимость техники от типа социальности. Техникологическая этика. Сближение субстанциальной и метанаучной этики. Этика и теория принятия решений. Прагматическая этика. Этика ответственности. Метанаучная этика техникологии. Этика риска.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Технический иностранный язык (английский язык) – Б1.Б.2

Цель дисциплины: приобретение коммуникативных навыков, необходимых для иноязычной деятельности по изучению и творческому осмыслению зарубежного опыта в профилирующей и смежных областях науки и техники, а также для делового профессионального общения.

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

Содержание разделов: The Infinitive. The Elliptic Sentences. The Infinitive Constructions. The Passive Voice. The Present Perfect Tense. The Present Progressive Tense. The Participle. The ing- and ed- forms as Parts of Speech. The Attribute. The Infinitive, the Gerund, the Participle. Non-finite Forms of the Verb. The Infinitive Constructions. The Passive Voice. Non-finite Forms of the Verb. Устная тема: My speciality (моя специальность).

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Технический иностранный язык (французский язык) – Б1.Б.2

Цель дисциплины: приобретение коммуникативных навыков, необходимых для иноязычной деятельности по изучению и творческому осмыслению зарубежного опыта в профилирующей и смежных областях науки и техники, а также для делового профессионального общения.

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

Содержание разделов: Pronoms indéfinis. Pronoms démonstratifs. Pronoms relatifs. «Y» – pronom et adverbe. «En» – pronom et adverbe. Устная тема: Ma spécialité. Глагол. Indicatif. Пассивный залог. Conditionnel présent. Conditionnel passé. Subjonctif présent. Subjonctif passé. Неличные формы глагола. Proposition participe.

Аннотация дисциплины

Компьютерные технологии в науке и образовании – Б1.Б.3

Цель дисциплины: изучение современных компьютерных технологий используемых в ядерной энергетике, науке и образовании.

Место дисциплины в структуре ОПОП: базовая часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 8.

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 CAO3; особенности моделирования потоков в насосах. Модели тепло–массообмена, межфазного трения, трения на стенке канала, используемые в RELAP5. Обзор моделей специальных процессов, используемых в RELAP5. Моделирования 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 CAO3 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. Гетерогенность сети для вычисления, типы гетерогенности. Основные задачи, принципы и контроль PVM, цикл его функционирования. Основные элементы PVM, его расчетная модель. Языки программирования для использования с PVM и связь с Fortran/C/C++. Шаги по установке PVM, основные команды. Основная последовательность действий при использовании PVM с программной точки зрения. Старт PVM программы. 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. Обзор проблем анализа безопасности АЭС требующих вероятностных оценок. Определение вероятностных оценок на основе метода Монте-Карло с использованием различных типов распределений, основные вопросы. Проблемы использования существующих методов ВАБ АЭС для нового типа ЯЭУ в том числе с пассивными системами безопасности. Общие принципы динамического ВАБ (динамической надежности) и пример его использования для ВВЭР-1000 и систем пассивной системы безопасности АЭС. Повышение эффективности метода Монте-Карло с использованием методов латинских гиперкубов и существенной выборки. Метод моделирования подмножеств (subset simulating) для повышения эффективности вероятностных оценок при анализе безопасности и надежности АЭС. Использование методов поиска глобального оптимума для решения оценки проблем безопасности АЭС. Сравнение методов.

Аннотация дисциплины

Экономика научных исследований – Б1.Б.4

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: базовая часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 2.

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

Психология деловых отношений – Б1.Б.5

Цель дисциплины: изучение индивидуальных особенностей личности, психологии делового общения, овладение методами самодиагностики и психической саморегуляции.

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

Содержание разделов: Методы определения потенциала сотрудника. Способность к изменениям и обучаемость. Роль психологии в личностно-профессиональном развитии. Варианты трактовки личной эффективности, методы измерения. Методы управления временем, работа со стрессовыми ситуациями, эффективная работа в команде. Основные подходы к лидерству. Функции лидера в процессе управления. Ключевые навыки лидера для решения организационных задач. Цели и методы обучения взрослых. Обучение на рабочем месте. Роль концепции непрерывного образования в условиях высокой изменчивости и неопределенности внешней среды организации. Определение конфликта, участники конфликтной ситуации. Этапы развития конфликта. Диагностика конфликта. Методы профилактики, стратегии разрешения конфликта. Структура эмоционального интеллекта. Коммуникативные задачи в профессиональной деятельности, требующие высокого развития эмоционального интеллекта. Социальный и эмоциональный интеллект. Концепция эмоционального лидерства Д. Гоулмана. Типология организационной культуры, факторы ее развития, основные функции. Уровни орг. культуры. Методы развития организационной культуры, направленной на выполнение профессиональных задач.

Аннотация дисциплины

Автоматизированные системы управления АЭС – Б1.В.ОД.1

Цель дисциплины: изучение общих принципов автоматизированного управления объектами АЭС, изучение автоматизированных систем управления АЭС и объединение ранее полученных сведений по структуре управления АЭС.

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

Содержание разделов: Введение. Цели и задачи курса. Роль автоматизации в повышении эффективности производства. Исходные понятия теории управления и регулирования. Основные принципы регулирования. Математическое описание динамики объектов и систем. Автоматические системы регулирования (АСР). Динамические характеристики реактора (в линейном приближении). Техничко-экономические цели проектирования АСР и вспомогательные критерии. Особенности синтеза АСР. Схемы регулирования. Требования к источникам информации и регулирующим воздействиям. Алгоритмы (законы) регулирования. Выбор параметров и особенности настройки АСР. Цели управления, их декомпозиция и принцип построения систем управления. Понятие АСУ, уровни иерархии АСУ. Структура управляющих функций и подсистем АСУТП. Особенности задач автоматического регулирования, защиты и логического управления. Оптимизация алгоритмов и задач управления. Особенности технической структуры АСУ АЭС. Типовые исполнительные механизмы. Функциональный состав средств управления для АСР. Принцип действия релейно-импульсного регулятора. Задачи регулирования ЯЭУ в стационарных режимах и режимах пуска (останова). Программы и схемы регулирования мощности ЯЭУ. Программы постоянного давления и постоянной температуры. Схемы регулирования нагрузки и давления пара в парогенераторах. Особенности динамики и принципы построения АСР давления в компенсаторе объема и АСР уровня в парогенераторах и в барабанах-сепараторах. Регулирование в системах управления и защиты реакторов. Устойчивость и саморегулирование реакторов. Особенности автоматического регулирования ЯЭУ на этапах пуска-останова блока. Схемы автоматического регулирования и логического управления пуском турбогенератора. Микроконтроллерные средства при построении АСУТП энергоблоков АЭС. Назначение и преимущества средств ТПТС 51. Назначение и структура контроллера ТПТС 51. Структура АСУТП энергоблока АЭС на базе средств ТПТС 51. Программы

регулирования блоков ВВЭР. Преимущества и недостатки программ. Основные схемы регулирования блоков ВВЭР (базисный режим, режим статического регулирования частоты). Схемы регулирования блоков ВВЭР по компромиссным программам Режим астатического регулирования частоты. Схема регулирования блока АЭС “Ловииза”. Схема всережимного регулирования.

Аннотация дисциплины

Электрическая часть АЭС – Б1.В.ОД.2

Цель дисциплины: изучение электротехнического оборудования, режимов его работы и схем выдачи мощности на атомных электростанциях.

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

Содержание разделов: Электроэнергетика и ее роль в жизни современного общества. Место АЭС в электроэнергетике. Проблемы развития атомной энергетики. Общие сведения об электрической системе. Функциональные задачи и назначение всех элементов (генераторы, токопроводы, шины, кабели, изоляторы, выключатели всех типов, разъединители, разрядники, ограничители перенапряжений, трансформаторы блочные, трансформаторы собственных нужд, измерительные трансформаторы, средства измерения и защиты). Синхронные генераторы АЭС: конструкция, системы охлаждения, возбуждения (требования, назначение, принципиальные схемы). Включение в электрическую систему, режимы работы, понятие об устойчивости. Силовые трансформаторы: конструкции, системы охлаждения, нагрузочная способность. Примеры силовых трансформаторов. Трансформаторы собственных нужд на различных блоках действующих АЭС. Электрические схемы АЭС: структурные, принципиальные схемы блоков АЭС с реакторами ВВЭР и РБМК. Электрические схемы распределительных устройств (РУ) АЭС 1 – 4 групп, области применения. Принципиальные электрические схемы собственных нужд на напряжениях 6 и 0,4 кВ переменного тока, а также схемы на постоянном токе. Агрегаты бесперебойного питания (АБП). Электрическая схема Балаковской, Курской, Нововоронежская АЭС.

Аннотация дисциплины

Атомные электростанции – Б1.В.ОД.3

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: вариативная часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 6.

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-висмутowego 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.ОД.4

Цель дисциплины: изучить теорию нестационарных нейтронно-физических процессов и способы воздействия на них в ядерных реакторах и приобрести навыки решения некоторых практических задач по физике ядерных реакторов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 7.

Содержание разделов: Решение уравнения кинетики без учета запаздывающих нейтронов при скачкообразном изменении реактивности. Период реактора. Характеристики запаздывающих нейтронов. Разные формы записи уравнений кинетики с учетом m групп запаздывающих нейтронов. 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. Определения и смысл основных эффектов и коэффициентов реактивности. Ядерный и плотностной температурные коэффициенты реактивности. Роль различных температурных эффектов в разных режимах работы реакторов. Мощностной и паровой эффекты и коэффициенты реактивности. 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 реактора. 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.

Аннотация дисциплины

Физико-химические процессы в оборудовании АЭС – Б1.В.ОД.5

Цель дисциплины: изучение основных и сопутствующих физико-химических процессов в оборудовании АЭС, технологических методов защиты конструкционных сплавов от коррозии.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 5.

Содержание разделов: Введение в проблему прогнозирования и управления техническим ресурсом оборудования. Термины и определения. Усталость. Прогнозирование остаточного ресурса по условиям усталости. Роль коррозионных процессов в повреждении металла. Экономические аспекты внедрения противокоррозионных мероприятий. Классификация процессов коррозии по условиям протекания и по характеру наблюдаемых повреждений конструкционных сплавов и их сварных соединений. Коррозия: химическая, электрохимическая, общая, локальная. Дентинг-, фреттинг-коррозия, щелевая, ножевая, под напряжением. Водородное охрупчивание. Коррозия в вакууме. Коррозионная усталость. Коррозионное растрескивание: транс- и интеркристаллитное. Эрозионно-коррозионный износ. Коррозионное растрескивание сварных соединений. Способы выражения скорости коррозии. Растворы, Электролиты. Растворы. Растворимость, диссоциация, гидролиз. Законы Рауля, Генри электродные реакции. Микрогальваническая пара. Поляризационные процессы на электродах и поляризационные диаграммы. Сварное соединение, как многоэлектродная микрогальваническая схема. Поляризационные кривые и поляризационные диаграммы. Электродные реакции; катодный процесс, анодный процесс; катодные и анодные кривые, полностью и частично заполяризованные коррозионные диаграммы. Активное пассивное и псевдопассивное состояние, перепассивация. Потенциалы - Фляде и пробоя. Влияние внешних факторов на скорость коррозии. Влияние внутренних факторов на скорость коррозии. Состояние поверхности. Коррозия аустенитных нержавеющей сталей и их сварных соединений. Коррозия углеродистых и малолегированных сталей и их сварных соединений. Коррозия композитных сварных швов. Коррозия циркония, магния и их сплавов. Материалы замедлителей и отражателей (бериллий и графит). Ползучесть. Прогнозирование остаточного ресурса по условиям ползучести. Влияние облучения на коррозию.

Радиационная хрупкость. Прогнозирование остаточного ресурса по условиям радиационной хрупкости. Водородная и щелочная хрупкость. Прогнозирование остаточного ресурса по условиям водородной и щелочной хрупкости. Прогнозирование остаточного ресурса по условиям роста питтингов. Алгоритмы вычисления остаточного ресурса при одновременном негативном воздействии на конструкционный сплав нескольких частных процессов повреждения. Значимые факторы. Эффективность низкотемпературной обработки металла корпусов реакторов по критерию приращения ресурса. Эффективность повторных низкотемпературных обработок металла корпусов реакторов по критерию приращения ресурса. Эффективность низкотемпературной обработки металла коллекторов парогенераторов по критерию приращения ресурса. Эффективность повторной низкотемпературной обработки металла коллекторов парогенераторов по критерию приращения ресурса. Методы ускоренных ресурсных испытаний конструкционных сплавов и методы пересчета результатов на реальный масштаб времени. Нарботка до отказа. Выбор критерия предельного состояния. Обоснование идентичности значимых факторов при ускоренных испытаниях и в процессе эксплуатации. Коррозионное растрескивание аустенитных хромоникелевых сталей и их сварных соединений- эксперимент. Прогнозирование остаточного ресурса по условиям коррозионного растрескивания- расчет. Перерасчет результатов опытов на реальный масштаб времени. Водородная хрупкость сталей перлитного класса – эксперимент. Прогнозирование остаточного ресурса по условиям водородной хрупкости – расчет. Перерасчет результатов опытов по наводороживанию на реальный масштаб времени. Образование питтингов – эксперимент. Прогнозирование остаточного ресурса по условиям образования питтингов – расчет. Перерасчет результатов опытов по условиям образования питтингов на реальный масштаб времени.

Аннотация дисциплины

Защита от ионизирующих излучений – Б1.В.ОД.6

Цель дисциплины: изучение действующих норм радиационной безопасности и физических основ взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, а также в получении практических навыков регистрации ионизирующих излучений и применения методик расчета защиты от ионизирующих излучений.

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

Содержание разделов: Радиоактивный распад; активность, минимально значимая активность. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад, его основные закономерности. Бета-распад, его виды и основные закономерности. Гамма-излучение и внутренняя конверсия. Радиоактивные цепочки. Дозы: поглощенная, эквивалентная, эффективная, экспозиционная. Основные характеристики детекторов ионизирующих излучений: эффективность регистрации, временное и пространственное разрешение. Трековые детекторы: камера Вильсона, диффузионная камера, пузырьковая камера, стримерная камера, фотоэмульсионные детекторы. Общая ВАХ газоразрядного промежутка; газоразрядные счетчики: ионизационная камера, пропорциональный счетчик, счетчик Гейгера. Сцинтилляционный детектор; принцип работы сцинтилляционного спектрометра. Выбор приборов и методов для регистрации α -, β - и γ -излучений. Взаимодействие гамма-излучения с веществом: фотоэффект, эффект Комптона, эффект образования пар; относительная роль вкладов различных эффектов в зависимости от энергии γ -излучения и вещества. Суммарное сечение взаимодействия. Зависимость интенсивности излучения от толщины слоя поглощенного вещества. Линейный и массовый коэффициент ослабления вещества, слой половинного ослабления. Методы определения коэффициента ослабления. Фактор накопления, способы его расчета и экспериментального определения. Взаимодействие заряженных частиц с веществом: упругое рассеяние, ионизация, тормозное излучение; относительный вклад различных эффектов. Максимальная длина пробега заряженной частицы в веществе. Взаимодействие нейтронов с веществом. Двухгрупповое приближение. Дозовое поле точечного изотропного источника γ -излучения, расчет толщины защиты. Универсальные защитные таблицы. Расчет защиты от плоского и объемного источников γ -излучения. Расчет биологической защиты ядерного реактора в двухгрупповом приближении. Расчет доз

внутреннего облучения. Биологическое воздействие ионизирующих излучений. Воздействие излучения на молекулы и клетки, принцип попадания и концепция мишени. Поражающие факторы облучения, прямая и косвенная инактивация клеток. Воздействие излучения на организмы. Детерминированные и стохастические эффекты облучения, острая лучевая болезнь. Летальные дозы для различных видов животных и человека. Фармакологическая радиационная защита организма. Принципы построения Норм радиационной безопасности, линейная беспороговая концепция. Публикации Международной комиссии по радиологической защите. СанПИН 2.6.1.2523-09 (НРБ 99/2009): основные нормы и требования.

Аннотация дисциплины

Технико-экономические проблемы вывода из эксплуатации энергоблока АЭС – Б1.В.ОД.7

Цель дисциплины: изучение положений и принципов государственной концепции РФ по выводу ядерных энергоблоков АЭС из эксплуатации (ВиЭ) и основных этапов вывода, включая особенности останова, временной выдержки энергоблока, длительной выдержки в безопасном состоянии, демонтажа и захоронения оборудования энергоблока, а также положений о возможных типах финансирования работ по выводу энергоблоков.

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

Содержание разделов: Положения и принципы государственной концепции РФ вывода ядерных энергоблоков АЭС из эксплуатации. Состояние действующих АЭС России. Жизненный цикл ядерных энергоблоков. Этапы вывода энергоблоков из эксплуатации. Останов энергоблока. Временная выдержка (консервация) энергоблока. Длительная выдержка энергоблока в безопасном состоянии. Демонтаж и захоронение оборудования энергоблоков. Основные положения по ВиЭ для энергоблоков отработавших проектный срок службы. Продление срока службы энергоблока. Учёт особенностей ВиЭ на стадии проектирования энергоблока. Плановая подготовка энергоблока к ВиЭ на стадии эксплуатации. Порядок проведения работ на этапе подготовки энергоблока к ВиЭ. Порядок принятия решения о ВиЭ. Функции организаций и предприятий при проведении работ по ВиЭ. Транспортно-технологические системы энергоблока с РБМК-1000 на подготовительном этапе. Системы электроснабжения, контрольно-измерительных приборов и автоматики на подготовительном этапе к ВиЭ энергоблока с РБМК-1000. Исходная радиационная обстановка для систем РБМК-1000 на подготовительном этапе. Дезактивация компонентов энергоблока с РБМК-1000 перед этапом консервации. Консервация энергоблока с реактором РБМК-1000 по вариантам «ликвидация» и «захоронение». Методы и способы консервации энергоблоков. Сооружение дополнительных защитных барьеров для хранения реактора РБМК-1000 под наблюдением. Методы демонтажа реактора РБМК-1000. Принцип демонтажа с применением дистанционно-управляемого комплекса. Анализ вариантов подготовки энергоблока с ВВЭР-1000 к ВиЭ. Транспортно-технологические системы энергоблока с ВВЭР-1000 на подготовительном этапе. Системы электроснабжения, контрольно-

измерительных приборов и автоматики на подготовительном этапе к ВиЭ энергоблока с ВВЭР-1000. Исходная радиационная обстановка для систем ВВЭР-1000 на подготовительном этапе. Дезактивация компонентов энергоблока с ВВЭР-1000 перед этапом консервации. Консервация энергоблока с реактором ВВЭР-1000 по вариантам «ликвидация» и «захоронение». Методы и способы консервации. Долговременное хранение реактора ВВЭР-1000 под наблюдением. Методы демонтажа реактора ВВЭР-1000. Демонтаж ВВЭР-1000 с применением дистанционно-управляемого комплекса. Отличие принципов демонтажа РБМК-1000 и ВВЭР-1000. Принципиальные отличия дистанционно-управляемых комплексов, применяемых для демонтажных работ для ВВЭР-1000 и РБМК-1000. Система демонтажа графитовой кладки РБМК-1000. Обращение с графитом кладки РБМК-1000. Обращение с радиоактивными отходами, образовавшимися при выводе энергоблока из эксплуатации. Структура финансовых затрат на ВиЭ. Возможные типы финансирования ВиЭ. Обобщенная модель финансирования процесса ВиЭ. Оценка затрат на подготовку энергоблока к сохранению под наблюдением. Оптимизация срока хранения энергоблока под наблюдением. Финансирование этапа сохранения под наблюдением. Затраты на демонтаж энергоблока до конечного состояния. Методики определения затрат на ВиЭ. Методология стоимости единичной операции. Подробный (инженерный) метод оценки стоимости ВиЭ. Стоимость транспортировки и хранения радиоактивных материалов при ВиЭ. Оценка стоимости сноса сооружений энергоблока и восстановления дезактивированной площадки. Основная модель накопления фонда финансирования работ по ВиЭ в РФ. Основная модель расходования фонда ВиЭ. Оценка нормы отчислений в фонд ВиЭ для условий РФ. Оценка достаточности фонда ВиЭ. Влияние макроэкономических параметров на норму отчисления в фонд вывода из эксплуатации.

Аннотация дисциплины

Новые технологии проектирования АЭС – Б1.В.ДВ.1.1

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

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «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

Атомные электростанции-2 – Б1.В.ДВ.1.2

Цель дисциплины: получение навыков проведения осмотров и участия в испытаниях установленного оборудования на основе предварительного изучения графических документов – тепловых схем электростанции и отдельных технологических систем.

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 3.

Содержание разделов: Основные характеристики ТЭЦ. Режимы работы ТЭЦ. Технологические контура ТЭЦ. Основное оборудование ТЭЦ. Тепловая схема ТЭЦ МЭИ. Основное оборудование ТЭЦ МЭИ. Основные компоновки котлов. Классификация паровых котлов. Горелочные и топочные устройства. Котлы 2 и 4 ТЭЦ МЭИ: конструкция, основные характеристики. Общие сведения по эксплуатации котлов ТЭЦ МЭИ: режимная карта, растопочная схема, включение котла в общую паровую магистраль, плановый останов котла, пуск котла из горячего резерва. Определение КПД котла. Теплотехнический контроль и автоматическое регулирование котлов. Тепловые схемы паротурбинных установок. Классификация паротурбинных установок. Паротурбинная установка ТЭЦ МЭИ: характеристики, конструкция. Маслоснабжение турбины. Система регулирования турбины. Конденсатор. Эжектор пароструйный. Питательная установка. Подогреватель низкого давления. Деаэрационно-питательная установка. Подогреватель высокого давления. Теплофикационная установка. Общие положения. Обессоливающая установка ТЭЦ МЭИ. Техническое водоснабжение.

Аннотация дисциплины

Экономика ядерной энергетики – Б1.В.ДВ.2.1

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: вариативная часть по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 4.

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. Договор нераспространения и порог нераспространения. Стадии и технологии добычи и переработки урановой руды. Месторождения урана и их характеристики. 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. Техно-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

Современные проблемы ядерной энергетики – Б1.В.ДВ.2.2

Цель дисциплины: ознакомление с современными проблемами и перспективами развития ядерной энергетики.

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

Содержание разделов: Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию на ТЭС. Устройство ТЭЦ. Устройство современной высокотемпературной ГТУ. Преимущества, недостатки и области применения ГТУ. Понятие о парогазовых энергетических технологиях и устройство простейшей ПГУ. Классификация ПГУ, их типы, преимущества и недостатки. Место ядерной энергетики в мире, России и в ее европейской части. Ресурсы, потребляемые АЭС, её продукция и отходы производства. Представление о ядерных реакторах различного типа. Преимущества и недостатки АЭС по сравнению с ТЭС. Текущее положение и перспективы строительства АЭС в России и за рубежом. Новое поколение реакторов корпусного типа. Зарубежные проекты EPR, System 80+, APWR, AP-1000. Российские проекты ВВЭР: АЭС-2006, ВВЭР-ТОИ, ВВЭР-СКД. Многопетлевой каналный энергетический реактор (МКЭР). Основные направления улучшения технико-экономических показателей. Высокотемпературные реакторы повышенной безопасности: основные положения концептуального проекта и основные компоненты активной зоны. Состояние и перспективы развития реакторов на быстрых нейтронах. Атомные станции децентрализованного энергоснабжения. Атомная станция теплоснабжения малой мощности. Автономные ядерные энергоустановки на основе малогабаритных быстрых реакторов. Безопасность АЭС. Экономичность вырабатываемой электроэнергии. Вывод из эксплуатации блоков АЭС. Нераспространение ядерного оружия. Накопление радиоактивных отходов. Экономические аспекты использования ядерной энергии. Составляющие издержек производства электроэнергии на АЭС. Снятие АЭС с эксплуатации. Экономические последствия тяжелых аварий. Социальные аспекты развития ядерной энергетики. Источники радиоактивного загрязнения. Захоронение радиоактивных отходов АЭС. Дезактивация технологического оборудования, зданий и сооружений. Совершенствование проектных и конструкторских решений по эксплуатации и повышению безопасности. Управление сроком службы ЯЭУ.

Аннотация дисциплины

Наладка и эксплуатация оборудования АЭС – Б1.В.ДВ.3.1

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

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

Содержание разделов: Краткое содержание тематики курса. Современное состояние и перспективы развития атомной энергетики в России и в мире, включая ввод новых мощностей и продление эксплуатации действующих энергоблоков. Новые перспективные проекты АЭС. Требования к подготовке квалифицированных кадров для ввода в эксплуатацию и эксплуатации АЭС. Общая характеристика процесса ввода в эксплуатацию. Последовательность и состав работ по вводу в эксплуатацию. 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. Суть и требования культуры безопасности при эксплуатации АЭС. Обеспечение безопасности при вводе в эксплуатацию. Основные выводы из аварий на АЭС «Три Майл Айленд» (США), на 4-ом энергоблоке Чернобыльской АЭС и на АЭС «Фукусима». 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. Нормативная документация по вводу в эксплуатацию. Пусконаладочная документация. Натурное экспериментальное обоснование эксплуатации АЭС. Цели и условия натурных испытаний при вводе в эксплуатацию. Требования к составу испытаний при вводе в эксплуатацию. Критерии успешности испытаний. Оптимизация испытаний оборудования и сооружений при вводе в эксплуатацию. Технические требования готовности систем, оборудования и помещений энергоблоков атомных станций с реакторами ВВЭР и РБМК к этапам ПНР. Состав и цели предпусковых наладочных работ. Назначение и задачи физического пуска реактора. Назначение и задачи энергетического пуска энергоблока. Состав и цели опытно-промышленной эксплуатации. Условия перехода с одного этапа (подэтапа) ввода энергоблока АС в эксплуатацию на следующий этап (подэтап). Комплексные испытания

систем внутриреакторного контроля ВВЭР. Обоснование сейсмической безопасности при вводе в эксплуатацию. 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. 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. Методология контроля остаточного ресурса оборудования и трубопроводов реакторных установок ВВЭР с использованием автоматизированной системы (САКОР). Система пусконаладочных измерений реакторной установки (СПНИ). Методология диагностики оборудования АЭС. 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.3.2

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

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «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

вибраакустических 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

Основы обеспечения безопасности АЭС – Б1.В.ДВ.4.1

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: вариативная часть по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «Физико-технические проблемы атомной энергетики» направления 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц - 3.

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 ТМІ. Авария на ЧАЭС. Авария на АЭС Фукусима.

Аннотация дисциплины

Исследования тепловых схем АЭС – Б1.В.ДВ.4.2

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

Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «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". 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.

Аннотация дисциплины

Теплогидравлика ЯЭУ – Б1.В.ДВ.5.1

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: вариативная часть по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы по профилю «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

Обращение с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом – Б1.В.ДВ.5.2

Цель дисциплины: изучение положений и принципов государственной концепции РФ по обращению с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) и радиоактивными отходами (РАО) ядерных энергоблоков АЭС.

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

Содержание разделов: Отработавшее ядерное топливо (ОЯТ) реакторов АЭС России. Особенности временного хранения ОЯТ. Транспортировка ОЯТ. Транспортные упаковочные комплекты. Длительное хранение ОЯТ. Система предварительной переработки диоксидного топлива. Схема восстановления плутония и урана путем экстракции. Неразделение урана и плутония. Металлургические способы рафинирования ОЯТ. Отжиговая технология переработки ОЯТ. Трансмутация долгоживущих нуклидов. Ядерный энергоблок как источник радиоактивных отходов. Газообразные радиоактивные отходы. Система газоочисток. Жидкие радиоактивные отходы (ЖРО). Протечки теплоносителя. Воды с раствором борной кислоты. Воды опорожнения контуров. Воды бассейнов выдержки и перегрузки. Дезактивационные и обмывочные воды. Фильтрат и деконтат из хранилища жидких радиоактивных отходов. Регенерационные воды. Расчёт кислородной активности теплоносителя. Осколочная активность теплоносителя. Расчёт осколочной активности. Расчёт коррозионной активности теплоносителя. Деление примесей ЖРО на группы. Способы обработки ЖРО. Соосаждение с кристаллическими осадками. Конструкция осветлителя. Фильтрация ЖРО и конструкции основных видов фильтров. Дистилляция ЖРО. Конструкции выпарных аппаратов. Многокорпусные выпарные установки. Ионный обмен. Ионоселективная сорбция. Дегазация. Конструкция деаэратора-дегазатора. Обратный осмос. Электродиализ. Флотация и вымораживание. Принцип разбиения ЖРО на группы. Группы ЖРО для современных энергетических реакторов. Схема спецводоочисток СВО-1, СВО-2, СВО-3, СВО-4, СВО-5, СВО-6, СВО-7. Общая схема СВО для энергоблока ВВЭР-1000. Общая схема СВО для энергоблока РБМК-1000. Схема обработки ЖРО для энергоблоков ВВЭР нового поколения. Обобщенная схема обработки ЖРО АЭС России. Варианты переработки ЖРО при выводе энергоблоков из эксплуатации в приложении к энергоблокам ВВЭР-440, ВВЭР – 1000,

РБМК-1000. Особенности обращения с радиоактивными отходами, образовавшимися при выводе энергоблока из эксплуатации. Временное хранение ЖРО на промплощадке АЭС. Отверждение переработанных ЖРО. Установки битумирования. Установки цементирования. Установки остекловывания. Включение продуктов переработки ЖРО в керамическую матрицу. Оценка безопасности временного хранения переработанных и отверждённых ЖРО. Источники твёрдых радиоактивных отходов (ТРО). Дезактивация ТРО. Способы дезактивации ТРО реакторов ВВЭР и РБМК. Дезактивация контуров с натриевым теплоносителем. Методы компактирования ТРО. Контейнеризация и транспортировка ТРО. Обращение с металлическими радиоактивными отходами. Обращение с отработавшим графитом после демонтажа кладок реакторов РБМК-1000. Оценка степени загрязнённости графита продуктами деления. Возможные концепции удаления РАО из окружающей среды. Анализ вариантов и критериев длительного хранения РАО. Концепция захоронения РАО. Критерии выбора площадки для хранения и захоронения РАО. Анализ варианта приповерхностного хранения РАО. Рассмотрение концептуальных вариантов глубинного захоронения РАО. Критерии надёжности захоронения РАО. Оценка вариантов альтернативных концепций окончательной локализации РАО.