

Аннотация дисциплины

История - Б1.О.01

Цель дисциплины: изучение закономерностей и особенностей исторического прошлого человечества на основе систематизированных знаний об истории России, ее места и роли в мировом историческом процессе.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. (профили: Техника и физика низких температур, Теплофизика, Атомные электрические станции и установки, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике). Количество зачетных единиц -2.

Содержание разделов. История как наука. Традиции отечественной историографии. Специфика российского исторического процесса. Древнерусская государственность в IX – XIII вв. Золотоордынское иго. Государственная централизация в европейской истории и истории цивилизаций Востока. Московская модель централизации. Эпоха Ивана Грозного в российской историографии. XVII вв. в мировой и отечественной истории. Причины, сущность и последствия Смуты. Внутренняя и внешняя политика первых Романовых. Российская империя и мир в XVIII – XIX в. Петр I и модернизация российского общества. «Просвещенный абсолютизм» Екатерины II. Реформы и контрреформы XIX вв. Основные направления общественной мысли и общественные движения в России. Мир и Россия в конце XIX – начале XX вв. Реформаторство С.Ю.Витте и П.А.Столыпина. Российская многопартийность и парламентаризм в деятельности I-IV Государственной думы. Первая мировая война и революционные потрясения России 1917 г. Опыт социалистического строительства в Советской России – СССР. «Сталинская модель социализма». Решающий вклад Советского Союза в разгром германского фашизма. Мировое сообщество и СССР во второй половине 1940-х - первой половине 1980-х гг.: «апогей сталинизма», «оттепель» Н.С.Хрущева, «брежневский застой». «Перестройка» М.С.Горбачева как попытка «совершенствования социализма». Россия и мир в 1990-е гг. и в первом десятилетии XXI в. Президентство Б.Н.Ельцина. Модернизация общественно-политических и экономических отношений. Президентство В.В.Путина и Д.А.Медведева. Деятельность Государственной думы. Политические партии и общественные движения современной России. Внешняя политика РФ: многополярный мир и выработка новых ориентиров.

Аннотация дисциплины

Философия – Б1.О.02

Цель дисциплины: выработка философского мировоззрения, способности к методологическому анализу социокультурных и научных проблем.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профили: Техника и физика низких температур, Теплофизика, Атомные электрические станции и установки, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике. Количество зачётных единиц – 2.

Содержание разделов:

Предмет философии Философия, мировоззрение, культура. Структура философского знания. История философии. Философия Древнего Востока. Античная философия. Философия средних веков. Философия и религия. Вера и знание. Философия Нового времени. Ф.Бэкон и Р.Декарт. Т.Гоббс, Д.Локк, Б.Спиноза, Г.Лейбниц. Классическая немецкая философия. Теория познания и этика И.Канта. Иррационализм в философии. Философия жизни. Шопенгауэр и Ницше. Марксистская философия и современность. Философия К.Маркса: диалектический и исторический материализм, проблема отчуждения. Отечественная философия. Славянофилы и западники. Русский космизм. В.Соловьев. Н.Бердяев.

Основные направления и школы современной философии. Неопозитивизм. Прагматизм. Экзистенциализм. Герменевтика. Постмодернизм. Неомарксизм и постмарксизм.

Онтология, гносеология, проблема сознания. Учение о бытии. Монистические и плюралистические концепции бытия, самоорганизация бытия. Понятия материального и идеального. Пространство, время. Движение и развитие, диалектика. Детерминизм и индетерминизм. Динамические и статистические закономерности. Научные, философские и религиозные картины мира. Научное и ненаучное знание. Критерии научности. Структура научного познания, его методы и формы. Рост научного знания. Научные революции и смены типов рациональности. Наука и техника. Сознание и познание. Сознание, самосознание и личность. Познание, творчество, практика. Вера и знание. Понимание и объяснение. Рациональное и иррациональное в познавательной деятельности. Проблема истины. Действительность, мышление, логика и язык.

Социальная философия, философская антропология, этика, футурология и глобалистика. Человек, общество, культура. Человек и природа. Общество и его структура. Гражданское общество и государство. Формационная и цивилизационная концепции общественного развития. Философия культуры. Человек в системе социальных связей. Человек и исторические процесс; личность и массы, свобода и необходимость. Смысл человеческого бытия. Насилие и ненасилие. Свобода и ответственность. Мораль, справедливость, право. Нравственные ценности. Представления о совершенном человеке в различных культурах. Эстетические ценности и их роль в человеческой жизни. Религиозные ценности и свобода личности. Будущее человечества. Глобальные проблемы современности. Взаимодействие цивилизаций и сценарии будущего.

Аннотация дисциплины

Иностранный язык - Б1.О.03

Целью освоения дисциплины является изучение грамматического строя иностранного языка и лексики общетехнической направленности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина блока 1 по направлению по направлению подготовки: **14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика. Профили подготовки:** «Техника и физика низких температур», «Теплофизика», «Атомные электростанции и установки», «Термоядерные реакторы и плазменные установки», «Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике». 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.

Сложное глагольное сказуемое (употребление модальных глаголов). Употребление глаголов *haben* и *sein* в модальном значении. Пассивный залог. Синонимы и антонимы. Устная тема: *Meine Fachrichtung* (моя специальность). Правила перевода устойчивых словосочетаний Типы придаточных предложений. Безличные и неопределенные личные предложения. Многозначность предлогов. Прилагательные с суффиксом -los префиксом *un-*. Устная тема *Meine Fachrichtung* (моя специальность).

Глагол. Типы спряжения. Изъявительное наклонение. Положительная и отрицательная форма глагола. Повелительное наклонение. Образование и употребление времен *Présent de l'indicatif*, *Futur Simple*, *Futur immédiat*, *Future dans le passé*, *Passé composé*, *Passé simple*, *Imparfait*, *Plus-que-Parfait*, *Passé immédiat* Употребление глаголов, спрягающихся с глаголом *être* в сложных временах. Согласование времен изъявительного наклонения. Устная тема: *Ma famille*. Активная и пассивная форма глагола. Употребление предлогов «*par*», «*de*». Спряжение глаголов в пассивной форме. *Adjectif «certain»*. Устная тема: *Mes études*. *Participe passé*, *participe présent*, *participe passé composé*, *gérondif*, *Adjectif verbal*. Устная тема: *Ma journée de travail*. Условное наклонение. Образование и употребление *Conditionnel Présent*. Образование и употребление *Conditionnel Passé*. Употребление времен *Conditionnel* после союза «*si*». Устная тема: *Ma journée de repos*. *Construction participe*. *Proposition participe absolue*. *Proposition infinitive*. *Infinitif passé*. *Pronoms indefinis et démonstratifs*. Ограничительные обороты «*ne...que*». Усилительные обороты «*c'est...qui; c'est...que, ce sont...qui, ce sont ...que*». Устная тема: *Paris*. Образование и употребление *Subjonctif présent*, *Subjonctif passé*. *Pronom relatif simple* *Pronoms relatifs-objets*. *Pronoms relatifs composés «lequel», «duquel», «auquel»*. «*Y*» – *pronom et adverbe*. «*En*» – *pronom et adverbe*. Устная тема: *La France*.

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.*

Сложное глагольное сказуемое (употребление модальных глаголов). Употребление глаголов *haben* и *sein* в модальном значении. Пассивный залог. Синонимы и антонимы. Устная тема: *Meine Fachrichtung* (моя специальность). Правила перевода устойчивых словосочетаний Типы придаточных предложений. Безличные и неопределенные личные предложения. Многозначность предлогов. Прилагательные с суффиксом *-los* префиксом *un-*. Устная тема *Meine Fachrichtung* (моя специальность).

Глагол. Типы спряжения. Изъявительное наклонение. Положительная и отрицательная форма глагола. Повелительное наклонение. Образование и употребление времен *Présent de l'indicatif, Futur Simple, Futur immédiat, Future dans le passé, Passé composé, Passé simple, Imparfait, Plus-que-Parfait, Passé immédiat* Употребление глаголов, спрягающихся с глаголом *être* в сложных временах. Согласование времен изъявительного наклонения. Устная тема: *Ma famille*. Активная и пассивная форма глагола. Употребление предлогов «*par*», «*de*». Спряжение глаголов в пассивной форме. *Adjectif «certain»*. Устная тема: *Mes études*. *Participe passé, participe présent, participe passé composé, gérondif, Adjectif verbal*. Устная тема: *Ma journée de travail*. Условное наклонение. Образование и употребление *Conditionnel Présent*. Образование и употребление *Conditionnel Passé*. Употребление времен *Conditionnel* после союза «*si*». Устная тема: *Ma journée de repos*. *Construction participe. Proposition participe absolue. Proposition infinitive. Infinitif passé. Pronoms indefinis et démonstratifs*. Ограничительные обороты «*ne...que*». Усилительные обороты «*c'est...qui; c'est...que, ce sont...qui, ce sont ...que*». Устная тема: *Paris*. Образование и употребление *Subjonctif présent, Subjonctif passé. Pronom relatif simple Pronoms relatifs-objets. Pronoms relatifs composés «lequel», «duquel», «auquel»*. «*Y*» – *pronom et adverbe*. «*En*» – *pronom et adverbe*. Устная тема: *La France*.

Аннотация дисциплины

Культурология – Б1.О.06

Цель дисциплины: изучение основных принципов функционирования и закономерностей развития культуры как целостной системы.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профили: Техника и физика низких температур, Теплофизика, Атомные электрические станции и установки, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике.). Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов: Предмет и структура культурологического знания. Культурология как наука. Возникновение, развитие, основные проблемы культурологии. Задачи и методы культурологии. Культурологические концепции и школы. Понятие культуры в системе базовых категорий современной гуманитаристики. Культура как система ценностей, идеалов и норм. Структура культуры. Функции, формы и виды культуры. Язык и бытие культуры. Семиотика культуры: основные принципы и разделы. Знак и символ в системе культуры. Миф в структуре языка культуры. Архетипы и их роль в мировой культуре. Динамика культуры: процессы культурных изменений, их обусловленность и направленность. Культурно-исторические эпохи. Закономерности развития культуры. Типология культуры. Принципы типологизации культуры и основные типологические модели в культурологии. Полифония мировой культуры. Культурные миры и мировые религии: религиозно-конфессиональные типы культуры. Буддистский тип культуры. Христианский тип культуры. Мусульманский тип культуры. Запад и Восток как социокультурные парадигмы и культурные миры. Региональные культуры. Россия в диалоге культур. Доминанты культурного развития России. Взаимодействие культур. Партикуляризм и универсализм в философии культуры. Аккультурация: виды, типы и формы. Глобализация или мультикультурализм: новые вызовы и современная мировая культура. Проблема диалога культур.

Аннотация дисциплины

Физическая культура – Б1.О.08

Цель дисциплины: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профиль: Техника и физика низких температур; Теплофизика; Атомные электростанции и установки; Термоядерные реакторы и плазменные установки; Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике). Количество зачетных единиц - 2.

Содержание разделов: Теоретический раздел:

Методическое занятие по видам спорта.

Лыжная подготовка

Общая физическая подготовка.

Специальная физич.подготовка.

Контрольные тесты:

а) лыжная подготовленность

б) общефизическая подготовленность

в) специальная физическая подготовленность.

Аннотация дисциплины

Математика – Б1.О.09

Цель освоения дисциплины состоит в изучении законов, закономерностей математики и отвечающих им методов расчета; формирование навыков построения и применения моделей, возникающих в инженерной практике и проведения расчетов по таким моделям.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профили: Техника и физика низких температур, Теплофизика, Атомные электростанции и установки, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике). Количество зачетных единиц: 1 сем- 7, 2 сем. – 8, 3 сем. – 8, 4 сем. – 5.

Содержание разделов: Множества, операции над ними. Понятие функции. Предел функции в точке. Свойства пределов. Непрерывные функции в точке. Свойства непрерывных функций. Бесконечно большие функции и их связь с бесконечно малыми. Точки разрыва. Асимптоты. Понятие производной. Уравнение касательной и нормали к кривой. Дифференциал. Производные высших порядков. Возрастание и убывание функции в точке. Локальный экстремум. Теоремы Ролля, Коши и Лагранжа. Правило Лопиталья. Выпуклость функции. Достаточные условия выпуклости функции. Точки перегиба. Полное исследование функции. Формула Тейлора. Построение графиков функций. Первообразная. Неопределённый интеграл и его свойства. Интегрирование по частям и замена переменной в неопределённом интеграле. Методы интегрирования функций различного типа. Определённый интеграл и его геометрический смысл. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Приложения определённого интеграла: площадь, длина дуги (криволинейный интеграл первого рода), объём тела вращения и другие. Несобственный интеграл с бесконечным пределом. Абсолютная и условная сходимость. Теоремы сравнения. Кратные (двойные и тройные) интегралы. Вычисление площадей, объёмов, приложения кратных интегралов в механике. Двойной интеграл в полярных координатах. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах. Площадь поверхности. Поток векторного поля через поверхность, его физический смысл. Формула Остроградского–Гаусса. Дивергенция векторного поля, ее физический смысл. Криволинейный интеграл второго рода. Формула Грина. Циркуляция. Формула Стокса. Ротор векторного поля и его физический смысл. Потенциальное поле, условия потенциальности. Функции нескольких переменных. Дифференцируемость функции нескольких переменных. Производная по направлению, градиент. Существование и дифференцируемость неявной функции. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции нескольких переменных. Локальный экстремум функции нескольких переменных. Наибольшее и наименьшее значение функции нескольких переменных на замкнутом ограниченном множестве. Дифференциальные уравнения, основные понятия. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Поле направлений. Метод изоклин. Основные типы уравнений первого порядка. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Построение фундаментальной системы решений однородного уравнения. Метод вариации постоянных. Числовая последовательность и ее предел. Свойства числовых последовательностей. Ряды с положительными членами. Знакопеременные и знакопеременяющиеся ряды. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сходимости рядов. Теорема Лейбница. Степенные ряды. Область сходимости. Ряд Тейлора. Разложение элементарных функций в степенной ряд. Комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, различные формы записи. Действия над комплексными числами. Понятие функции комплексного переменного. Предел, непрерывность. Основные функции комплексного переменного. Производная функции комплексного переменного. Аналитическая функция и ее свойства. Ряд Тейлора. Преобразование Лапласа, его свойства. Применение преобразования Лапласа к решению линейных дифференциальных уравнений и

систем. Ряды Фурье. Тригонометрический ряд Фурье. Понятие события в теории вероятностей. Аксиомы теории вероятностей. Классическое определение вероятности случайного события. Использование элементов комбинаторики для оценки вероятности случайного события. Частота и относительная частота события. Оценка вероятности по относительной частоте. Квадрируемость множества. Геометрическое определение вероятности. Алгебра событий. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Схема независимых испытаний. Формула Бернулли. Закон Пуассона. Простейший поток событий. Дискретные и непрерывные случайные величины. Формы законов распределения случайных величин (ряд распределения, функция распределения, плотность вероятности). Свойства законов распределения скалярных случайных величин. Типовые законы распределения непрерывных скалярных случайных величин (равномерное, показательное, нормальное распределения). Понятие о числовых характеристиках случайных величин. Математическое ожидание и его свойства. Дисперсия и ее свойства. Среднее квадратическое отклонение. Мода. Медиана. Нормальный закон распределения. Геометрический и вероятностный смысл его параметров. Понятие о предельных теоремах теории вероятностей. Формулировка центральной предельной теоремы для одинаково распределенных параметров. Следствия из центральной предельной теоремы. Неравенство Чебышева. Теоремы Чебышева и Бернулли. Оценка математического ожидания на основе опытных данных. Предмет математической статистики. Терминология прикладной и математической статистики. Понятие о выборочном пространстве. Точечные оценки. Оценки несмещенные, состоятельные, эффективные. Оценки для математического ожидания и дисперсии. Оценки для законов распределения. Методы построения оценок (метод наибольшего правдоподобия, метод моментов). Оценка параметров корреляционной зависимости на основе опытных данных (оценки по методу наименьших квадратов). Понятие о доверительном интервале. Доверительный интервал для математического ожидания. Доверительный интервал для вероятности события. Статистическая гипотеза, статистический критерий. Проверка гипотез о законе распределения. Критерий согласия «хи-квадрат». Понятие об ошибках первого и второго рода. Проверка параметрических гипотез. Лемма Неймана-Пирсона. Случайные числа. Моделирование случайных величин. Понятие о Методе Монте-Карло. Метод разделения переменных, задача Штурма–Лиувилля, свойства собственных значений и собственных функций. Краевые задачи для уравнения теплопроводности.

Матрицы. Определители и их свойства. Обратная матрица. Метод Гаусса решения систем уравнений. Правило Крамера. Скалярное и векторное произведения и их приложения. Прямая и плоскость в пространстве. кривые и поверхности второго порядка. Линейный оператор и его матрица. Образ, ядро, ранг и дефект линейного оператора, их свойства. Изменение координат вектора и матрицы линейного оператора при переходе к новому базису. Сопряженный оператор, самосопряженный оператор, их матрицы в ортонормированном базисе. Ортогональность ядра и образа самосопряженного оператора. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Собственные векторы и собственные значения самосопряженных операторов. Теорема о существовании собственного ортонормированного базиса. Линейные и квадратичные формы. Матрица квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Закон инерции квадратичных форм. Критерий Сильвестра.

Аннотация дисциплины

Инженерная графика – Б1.О.10

Цель дисциплины: изучить способы получения графических моделей объектов и освоить знания, необходимые студентам для выполнения и чтения технических чертежей, составления конструкторской и технической документации.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профили: Техника и физика низких температур, теплофизика; Атомные электростанции и установки; Термоядерные реакторы и плазменные установки; Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике). Количество зачетных единиц – 6.

Содержание разделов:

1 семестр

Метод проецирования. Виды. Поверхности и тела как базовые геометрические элементы формы объектов. 2D и 3D модели объектов. Поверхности и тела вращения. Пересечение поверхностей. Сечения и разрезы. Параметризация чертежа геометрического объекта.

2 семестр

Виды соединений. Эскизирование. Резьбовые поверхности. Измерение размеров деталей. Нанесение размеров на эскизах деталей. Схема энергетическая. Чертеж сборочной единицы и спецификация. Деталирование.

Аннотация дисциплины

Химия – Б1.О.11

Цель дисциплины: изучение общих законов и принципов химии для последующего использования в профессиональных дисциплинах.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профили: Техника и физика низких температур, Теплофизика, Атомные электрические станции и установки, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике). Количество зачётных единиц – 6.

Содержание разделов: Принципы формирования электронной структуры атомов. Протонно-нейтронная теория атомного ядра. Естественная радиоактивность. Периодическая таблица элементов. Периодическое изменение свойств элементов и их соединений.

Химическая связь. Методы определения пространственной структуры органических и неорганических молекул. Структура и свойства комплексных соединений. Свойства веществ в различных физических состояниях.

Общие закономерности химических процессов. Энергетика и кинетика процессов. Законы термодинамики. Кинетика химических реакций. Общие закономерности ядерных реакций. Равновесное состояние процессов. Способы смещения равновесия.

Растворы. Дисперсные системы. Общие свойства растворов. Водные растворы электролитов. Химические равновесия в растворах электролитов.

Закономерности протекания электрохимических процессов. Потенциалы металлических и газовых электродов. Электролиз и его применение. Химические источники тока.

Классификация коррозионных процессов. Химическая, электрохимическая и биохимическая коррозия. Защита металлов от коррозии.

Аннотация дисциплины

Физика (общая) – Б1.О.12

Цель дисциплины: обеспечение фундаментальной физической подготовки, позволяющей будущим специалистам ориентироваться в научно-технической информации, использовать физические принципы и законы, а также результаты физических открытий в тех областях техники, в которых они будут трудиться.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 дисциплин основной образовательной программы по профилям: Техника и физика низких температур, Теплофизика, Атомные электрические станции и установки, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике, направления 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. Количество зачетных единиц – 21.

Содержание разделов: механика (кинематика и динамика вращательного и поступательного движений материальной точки и абсолютно твердого тела, законы сохранения); молекулярная физика и термодинамика (МКТ идеального газа, изопроцессы идеального газа, первое и второе начала термодинамики, энтропия, термодинамические циклы, явления переноса, уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа); электричество (электростатическое поле в вакууме и веществе, конденсаторы, постоянный ток); магнетизм (магнитное поле постоянного тока в вакууме и веществе, магнетики); колебания и волны (колебательный контур, электромагнитные волны, уравнения Максвелла); оптика (интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия, фотоэффект, тепловое излучение, эффект Комптона); элементы квантовой механики и атомной физики (уравнение Шредингера, постулаты Бора, волны де Бройля, протонно-нейтронная модель ядра, элементарные частицы).

Аннотация дисциплины

Электротехника и электроника – Б1.О.13

Цель дисциплины: сформировать у студентов знания основных электротехнических законов, методов анализа электрических и магнитных цепей, эксплуатационных свойств и характеристик электрических машин и электронных устройств.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профили: техника и физика низких температур; теплофизика; термоядерные реакторы и плазменные установки; атомные электростанции и установки; нанотехнологии и наноматериалы в энергетике). Количество зачетных единиц – 9.

Содержание разделов: Электротехнические устройства постоянного тока и области их применения. Схемы замещения и ВАХ пассивных и активных элементов электрической цепи. Методы анализа электрических цепей. Электрические измерения, погрешности измерений. Нелинейные цепи постоянного тока. Однофазные электрические цепи синусоидального тока. Схемы замещения пассивного двухполюсника. Мощность пассивного двухполюсника. Резонансные режимы. Векторные и топографические диаграммы. Техничко-экономическое значение повышения коэффициента мощности. Трехфазные цепи. Способы включения источников и приемников в трехфазную цепь. Мощность трехфазного приемника. Техника безопасности при эксплуатации трехфазных цепей. Причины возникновения и способы представления несинусоидальных токов. Анализ линейных электрических цепей несинусоидального тока. Электрические фильтры. Причины возникновения переходных процессов. Законы коммутации. Постоянная времени. Переходные процессы в цепях с резистивными, индуктивными и емкостными элементами. Магнитные цепи постоянного и переменного потока. Устройство, принцип действия и назначение трансформаторов. Автотрансформаторы. Устройство и принцип действия генератора и двигателя постоянного тока, их эксплуатационные характеристики. Способы пуска и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока. Вращающееся магнитное поле электрических машин переменного тока. Устройство и принцип действия трехфазного асинхронного двигателя (ТАД). Механическая и рабочие характеристики ТАД. Способы пуска и регулирования частоты вращения ТАД. Устройство и принцип действия синхронной машины. Параллельная работа синхронного генератора с сетью. Регулирование активной и реактивной мощности. Угловая и механические характеристики синхронного двигателя (СД). Регулирование коэффициента мощности СД. Пуск СД. Синхронный компенсатор. Машины постоянного тока малой мощности. Асинхронные и синхронные микромашины. Шаговые двигатели. Физические основы работы полупроводников. Электронно-дырочный переход и его свойства. Полупроводниковые диоды. Источники вторичного электропитания. Однополупериодные и двухполупериодные выпрямители. Сглаживающие фильтры. Параметрический стабилизатор напряжения. Устройство и принцип действия биполярного транзистора, основные характеристики. Усилительный каскад с общим эмиттером (УК). Схема замещения УК. Коэффициент усиления. Многокаскадные усилители с резистивно-емкостной связью. Амплитудно-частотная характеристика. Усилители постоянного тока (УПТ). Дрейф нуля и способы его уменьшения. Дифференциальный УПТ. Обратные связи в усилителях. Операционный усилитель. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Коэффициенты усиления. Суммирующий, дифференцирующий и интегрирующий усилители. Избирательный усилитель. Электронные ключи и простейшие формирователи импульсных сигналов. Импульсные электронные генераторы. Логические элементы – условные обозначения, таблицы истинности, схемная реализация. Триггеры на логических элементах.

Аннотация дисциплины

Информатика – Б1.О.14

Цель дисциплины: формирование у обучающихся необходимых теоретических представлений (в части базовой компьютерной подготовки) и практических навыков, необходимых для профессионального применения ЭВМ при решении разнообразных прикладных задач проектной и научно-исследовательской деятельности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к обязательной части блока 1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилям «Техника и физика низких температур», «Теплофизика», «Атомные электростанции и установки», «Термоядерные реакторы и плазменные установки», «Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике» направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц – 10.

Содержание разделов: Современные ЭВМ и их операционные системы. Основные концептуальные возможности операционной среды Windows. Основы работы в сети Интернет. Портал НИУ «МЭИ» в сети Интернет. Общеуниверситетская система электронной почты (ОСЭП МЭИ). Введение в Информатику. Предмет информатики. Понятия информационных ресурсов и информационной технологии. Основные подходы к применению ЭВМ для решения прикладных задач. Фундаментальные понятия программирования. Основы структурного программирования. Этапы технологического процесса разработки программ. Основы проектирования алгоритмов. Понятие структурированного алгоритма. Базовые управляющие структуры (БУС) алгоритмов. Критерии эффективности алгоритмов. Кодирование алгоритмов на языке программирования. Классификация языков программирования. Общие представления о процессе реализации на ЭВМ программ, составленных на процедурно-ориентированных языках. Основы языка программирования Паскаль. Кодирование БУС алгоритмов. Типы в Турбо Паскале. Ввод-вывод данных с использованием нестандартных текстовых файлов. Модули в Турбо Паскале. Пошаговое проектирование алгоритмов и программ. Программирование с применением процедур. Процедуры и функции как подпрограммы Паскаля. Методы структурирования алгоритмов и программ. Отладка программ: содержание, основные фазы контроля корректности программ. Классификация ошибок в программах. Нисходящее и восходящее тестирование программ с подпрограммами. Функциональное и структурное тестирование программ (программных модулей). Методы и средства локализации места ошибок в программах. Основы языка программирования Фортран. Форматный ввод-вывод данных в Фортране. Программирование с применением процедур Фортрана.

Аннотация дисциплины

Математические методы моделирования физических процессов – Б1.О.15

Цель освоения дисциплины: изучение основных вычислительных методов, получение практических навыков решения задач прикладной математики на ЭВМ, овладение методологией решения научных задач.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к обязательной части блока 1 основной образовательной программы по профилям подготовки: “Теплофизика”, “Атомные электростанции и установки”, “Термоядерные реакторы и плазменные установки”, ” Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике” направления 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. Количество зачетных единиц – 9.

Содержание разделов: Теория погрешностей и машинная арифметика. Решение скалярных уравнений. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Методы минимизации функций. Приближение функций в смысле наименьших квадратов. Интерполяция функций. Численное интегрирование. Численное дифференцирование. Численное решение задачи Коши. Численное решение краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка. Проекционно-разностные методы решения дифференциальных уравнений. Методы решения уравнений в частных производных.

Аннотация дисциплины

Материаловедение и технология материалов и конструкций – Б1.О.17

Цель дисциплины: изучение строения конструкционных материалов, а также его влияния на механические, технологические и эксплуатационные свойства для дальнейшего применения этих знаний при проектировании и использовании теплотехники в профессиональной деятельности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилям «Техника и физика низких температур», «Теплофизика», «Термоядерные реакторы и плазменные установки», «Атомные электростанции и установки», «Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике» направления 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. Количество зачетных единиц - 4.

Содержание разделов: Типы кристаллических решеток и их основные характеристики. Анизотропия. Полиморфизм. Механизм и основные этапы кристаллизации. Энергетические условия процесса кристаллизации. Взаимосвязь между параметрами кристаллизации. Зависимость критического размера зародыша от степени переохлаждения. Кристаллическое строение слитков. Дефекты кристаллической решетки. Типы точечных дефектов и их влияние на свойства сплавов. Линейные дефекты – дислокации. Типы дислокаций. Упрочнение при холодной пластической деформации. Поверхностные (границы зерен) и объемные дефекты. Влияние дислокаций на прочность металлов. Строение сплавов. Твердые растворы внедрения и замещения. Промежуточные фазы.

Испытания на растяжение. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких металлов. Определение характеристик прочности и пластичности. Испытания на твердость. Испытания на ударный изгиб. Порог хладноломкости. Характеристики жаропрочности металла. Ползучесть. Длительная прочность.

Основные методы обработки материалов. Обработка металлов давлением. Обработка резанием. Сварка. Термическая обработка. Диффузионное и бездиффузионное превращения аустенита. Изотермическое превращение аустенита. Возврат и рекристаллизация. Отжиг первого рода (рекристаллизационный, диффузионный). Отжиг второго рода. Закалка. Выбор температуры нагрева стали под закалку. Виды закалки. Закаливаемость стали. Отпуск. Виды отпуска. Превращения в структуре стали при отпуске.

Состав и маркировка углеродистых сталей. Примеси и их влияние на свойства стали. Виды чугунов, их состав, строение и маркировка. Влияние примесей и структуры чугунов на их свойства.

Легированные стали. Распределение легирующих элементов в сталях, их влияние на полиморфизм железа и свойства. Влияние легирующих элементов на диаграмму изотермического распада аустенита. Классификация легированных сталей по микроструктуре после нормализации. Магнитные стали и сплавы.

Сплавы на основе меди (бронзы и латуни). Состав, свойства и маркировка сплавов. Сплавы на основе алюминия (деформируемые неупрочняемые, деформируемые упрочняемые, литейные). Маркировка сплавов. Термическая обработка деформируемых упрочняемых сплавов.

Основные виды неметаллических конструкционных материалов. Композиты и керамики. получение, свойства, применение.

Аннотация дисциплины

Экономика – Б1.О.18

Цель дисциплины: формирование у студентов системы знаний об экономике как науке, виде деятельности; освоение научных и эмпирических знаний о возможностях эффективного использования производственных ресурсов в условиях современной рыночной экономики; формирование умений и навыков принятия эффективных экономико-управленческих решений на предприятии.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профили: Техника и физика низких температур, Теплофизика, Атомные электрические станции и установки, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике). Количество зачётных единиц - 3.

Содержание разделов: Термин “Экономика”. Экономические потребности и экономические блага. Экономические ресурсы, их характеристика. Проблема экономического выбора. Альтернативные издержки. Кривая производственных возможностей. Экономический рост. Современные экономические системы. Методы экономической науки и уровни экономического анализа.

Виды фондов на производстве. Структура и оценка ОПФ. Износ и амортизация основных фондов. Коэффициенты, характеризующие эффективность использования основных средств предприятия. Повышение эффективности использования основных фондов. Кругооборот капитала. Структура оборотных средств. Нормирование оборотных средств. Коэффициенты, характеризующие эффективность использования оборотных средств предприятия. Повышение эффективности использования оборотных фондов.

Производство и издержки. Прибыль как экономический результат деятельности. Производственная функция и ее свойства. Совокупный, средний и предельный продукты переменного фактора. Закон убывающей предельной производительности.

Понятие экономических и бухгалтерских издержек. Валовые, постоянные и переменные издержки. Себестоимость. Предельные издержки. Производственная функция. Общие свойства производственных функций. Закон убывающей предельной производительности. Кривая себестоимости.

Энергетические предприятия и их особенности. Производственные взаимосвязи энергетики с другими отраслями промышленности. Экономические аспекты энергосбережения. Сущность планирования. Основные задачи организации, планирования и управления производством энергии. Топливо-энергетический баланс. Виды проектно-исследовательских работ. Стадии проектирования. Сметная стоимость строительства. Капиталовложения и их структура. Приближенные методы определения стоимости строительства различных энергетических объектов. Пути повышения эффективности капиталовложений в энергетические объекты.

Методика расчета годовых эксплуатационных затрат по экономическим элементам. Методы распределения затрат комплексного производства. Себестоимость производства электроэнергии. Пути снижения себестоимости.

Инвестиционный проект и инвестиционный цикл. Этапы экономического обоснования инвестиций. Простые и интегральные критерии сравнения вариантов. Методы расчетов.

Учет экологических последствий от выбросов ТЭС, факторов надежности, инфляции и риска при оценке эффективности предлагаемых технических решений. Структура источников финансовых средств энергопредприятий. Принципы формирования и использования перспективных форм отчетности. Коэффициенты финансовой оценки и их использование в экономическом анализе. Содержание бизнес-плана инвестиционного проекта.

Понятие товара. Потребительский выбор и его особенности. Полезность блага (товара). Закон убывающей предельной полезности товара. Мир потребительских предпочтений: закономерности развития. Кривая безразличия. Предельная норма замещения. Бюджетное

ограничение. Условия равновесия потребителя. Потребительский выбор. Эффект замещения и эффект дохода.

Понятие «спрос». Функция спроса. Кривая спроса. Закон спроса. Факторы, сдвигающие кривую спроса. Эффекты: «цена-показатель качества», престижного спроса и ожидаемой динамики цен. Понятие «предложение». Функция предложения. Кривая предложения. Эластичность спроса и предложения: эластичность спроса по цене, факторы, влияющие на ценовую эластичность спроса, эластичность спроса по доходу, перекрестная эластичность, эластичность предложения.

Равновесие спроса и предложения: точка рыночного равновесия, избыток и дефицит предложения, закон рыночного равновесия, государственное регулирование рыночного равновесия – фиксация цен и налоговое регулирование.

Понятие рынка. Субъекты рыночного хозяйства. Потоки спроса и предложения. Условия возникновения рынка. Конкуренция на рынке. Функции конкуренции и ее виды. Основные модели рынка по типу конкуренции. Естественные монополии. Графическое представление кривой спроса, валовой, средней и предельной выручки для каждой модели рынка.

Кривая предложения конкурентной фирмы. Совершенная конкуренция и эффективность. Оптимизация монополистом объема производства. Экономические последствия монополии для общества. Антимонопольное регулирование. Ценовая дискриминация. Предприятие в условиях олигополии. Ценовая и неценовая конкуренция. Тайный сговор. Особенности работы фирмы – монополистического конкурента в краткосрочном и долгосрочном периодах.

Особенности спроса на факторы производства. Замещающие и дополняющие ресурсы. Спрос на факторы производства в условиях совершенной и несовершенной конкуренции. Правило максимизации прибыли и условие минимизации затрат на рынке ресурсов. Рынок труда. Спрос и предложение труда. Дифференциация ставок заработной платы. Экономическое воздействие государства и профсоюзов на рынок труда.

Особенности рынка капитала. Потоки и запасы. Процентная ставка и инвестиции. Диапазон ставок.

Обзор отрасли: запасы и потребление природного урана в мире. Запасы и потребление ископаемых источников энергии в мире. Доля атомной энергии в электроэнергетике разных стран мира. Эксплуатационные издержки производства электроэнергии из различных видов топлива. Структура себестоимости электроэнергии на газовых, угольных и атомных станциях. Цена электроэнергии в зависимости от коэффициента использования установленной мощности (КИУМ). Перспективы ядерной энергетики.

Конкурентные и монопольные виды деятельности. Ценовые и неценовые зоны. Оптовый рынок электроэнергии и мощности. Субъекты оптового и розничного рынков в электроэнергетике – генерирующие компании, сетевые организации, системный оператор, администратор торговой системы, гарантирующие поставщики, сбытовые компании и потребители. Рынки в теплоснабжении.

Методика формирования цен на электрическую энергию в ценовых, неценовых и изолированных зонах. Тарифное регулирование. Виды цен и тарифов на электроэнергию (мощность), тепловую энергию (мощность), плата за подключение, тарифы на передачу энергии.

Аннотация дисциплины

Прикладная физика – Б1.О.19

Цель дисциплины: подготовка специалистов в области расчетов и экспериментального исследования оборудования и узлов теплотехнического оборудования на прочность, жесткость и устойчивость.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина обязательной части блока 1 дисциплин основной образовательной программы по профилю «Техника и физика низких температур», «Теплофизика», «Термоядерные реакторы и плазменные установки», «Атомные электрические станции и установки» направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц – 9.

Содержание разделов: Основные понятия механики. Обзор моделей механики. Связи и их классификация. Момент вектора относительно оси и его свойства. Момент вектора относительно точки. Преобразование момента вектора при переносе полюса. Главный вектор и главный момент системы закрепленных векторов.

Необходимые условия равновесия системы материальных точек. Системы абсолютно твердых тел. Типичные постановки задач статики. Аксиомы о связях и их реакциях. Элементы аналитической статики. Общие предположения о свойствах материалов. Метод сечений. Понятия о напряжениях и деформациях. Тензор напряжений. Формулы Коши. Тензор деформаций. Уравнения неразрывности. Закон Гука. Основы теории прочности. Прочность при сложном напряженном состоянии. Элементы конструкций, работающие на растяжение и сжатие. Статически определимые и статически неопределимые системы. Интеграл Максвелл-Мора. Расчет статически неопределимых систем методом сил. Изгиб призматического стержня. Расчеты на прочность при прямом чистом изгибе. Понятие о прямом поперечном изгибе. Рациональные формы поперечных сечений при изгибе. Косой изгиб. Совместное действие изгиба и растяжения. Проверка прочности при сложном сопротивлении. Кручение упругого цилиндрического стержня. Касательные напряжения и угол закручивания. Сочетание изгиба с кручением. Расчет на прочность. Осадка цилиндрической пружины. Переменные напряжения в элементах конструкций энергофизического оборудования. Механизм усталостного разрушения. Усталостная прочность при нестационарных режимах нагружения. Понятие о малоциклового усталости. Предпосылки теории изгиба пластин и оболочек. Изгиб жестких пластин. Дифференциальное уравнение изгиба пластин. Граничные условия. Нормальные и касательные напряжения при изгибе пластин. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Осесимметричная деформация круговой цилиндрической оболочки. Определение напряжений. Теория краевого эффекта круговой цилиндрической оболочки. Плоская осесимметричная задача теории упругости. Напряжения при посадке цилиндров с заданным натягом. Определение контактного давления. Подбор оптимальных параметров двухслойных цилиндров. Расчет многослойных цилиндров. Температурные напряжения в трубопроводах. Методы расчета трубопроводов по отраслевым стандартам. Устойчивость прямолинейного стержня при продольном сжатии. Критическая сила, Формула Эйлера. Энергетический метод решения задач упругой устойчивости. Расчеты на устойчивость по коэффициенту снижения допускаемых напряжений. Собственные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Частоты и формы собственных колебаний.

Аннотация дисциплины

Механика - Б1.О.20

Цель дисциплины: формирование у студентов инженерных подходов к решению комплексных задач проектирования оптимальных конструкций теплоэнергетического и теплотехнического оборудования.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к обязательной части блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» (профили подготовки «Техника и физика низких температур», «Теплофизика»; «Атомные электростанции и установки», «Термоядерные реакторы и плазменные установки», «Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике»). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Зубчатые цилиндрические передачи. Червячные передачи. Устройство, назначение, особенности передач, применяемые материалы. Проектный и проверочный расчеты зубчатых и червячных передач. Допуски и посадки. Обозначение допусков и посадок в технической документации. Выбор посадок. Отклонения формы и расположения. Шероховатость поверхностей. Валы и оси. Конструкция. Расчет и конструирование валов. Подшипники скольжения и качения. Назначение, устройство, выбор подшипников. Планетарные и волновые передачи. Конструкция, принцип работы, особенности волновых передач, их разновидности. Муфты. Назначение и классификация муфт. Конструкции жестких, упругих, компенсирующих и предохранительных муфт. Расчет элементов муфт. Расчет резьбовых соединений. Сварные, клеевые и паяные соединения. Типы и схемы расчета различных вариантов сварных соединений. Соединение пайкой и склеиванием. Прессовые соединения. Использование прессовых соединений в конструкциях. Оценка величины натяга, необходимого для передачи нагрузки. Шпоночные и шлицевые соединения. Применение, подбор и расчет шпоночных и шлицевых соединений.

Аннотация дисциплины

Безопасность жизнедеятельности – Б1.В.01

Цель дисциплины: формирование культуры профессиональной безопасности, при которой вопросы снижения риска возникновения опасных ситуаций являются приоритетными.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по профилям: Теплофизика, Атомные электростанции и установки, Техника и физика низких температур, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике направления 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Основные понятия и определения. Охрана труда. Промышленная безопасность. Антропогенные производственные факторы и их классификация. Вредные и опасные факторы, воздействующие на человека. Понятие риска. Нормативно-правовые основы безопасности жизнедеятельности. Система управления безопасностью и охраной труда. Новые принципы управления охраной труда в организациях. Аттестация рабочих мест в организациях. Производственный травматизм. Основные причины травматизма на предприятиях энергетики. Методы анализа травматизма. Электробезопасность. Действие электрического тока на организм человека. Электрическое сопротивление тела человека. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током. Оказание первой доврачебной помощи при поражении человека электрическим током. Критерии безопасности электрического тока. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током. Явления, возникающие при стекании тока в землю. Напряжение прикосновения. Напряжение шага. Анализ опасности поражения человека электрическим током в различных электрических сетях. Виды сетей. Схемы включения человека в цепь электрического тока. Выбор схемы сети и режима нейтрали. Основные меры защиты от поражения электрическим током в электроустановках. Защитное заземление. Зануление. Устройства защитного отключения. Влияние электромагнитного поля на здоровье человека. Источники электромагнитных полей. Нормирование воздействия электромагнитных полей. Защита от воздействия электромагнитных полей. Электромагнитная безопасность при работе с компьютерной техникой. Основные физические характеристики шума. Воздействие шума на человека. Нормирование шума. Методы борьбы с шумом. Основные физические характеристики вибраций. Воздействие вибраций на человека. Нормирование вибраций. Методы борьбы с производственными вибрациями. Освещение. Основные светотехнические понятия и величины. Виды освещения. Нормирование освещения. Качественные показатели освещения. Общие сведения об ионизирующих излучениях. Воздействие ионизирующих излучений на человека. Дозиметрические величины. Нормирование воздействия радиации. Параметры микроклимата производственных помещений и их измерение. Физиологическое действие метеорологических условий на человека. Теплообмен человека с окружающей средой. Терморегуляция организма человека. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата. Методы и средства защиты человека от теплового излучения на производстве. Пожарная безопасность. Общие сведения о горении. Категорирование помещений по пожаровзрывоопасности. Пожарная опасность зданий и сооружений. Тушение пожаров. Чрезвычайные ситуации. Классификация чрезвычайных ситуаций. Основные стадии чрезвычайных ситуаций. Основные направления в решении задач по обеспечению безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях.

Аннотация дисциплины

Экспериментальные методы исследования - Б1.В.02

Цель дисциплины: изучение методов экспериментального исследования основных теплофизических параметров веществ, включая рабочие тела, которые применяются в энергетике, холодильной технике и атомной энергетике.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по профилям «Техника и физика низких температур», «Теплофизика», «Атомные электростанции и установки», «Термоядерные реакторы и плазменные установки» и «Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике» направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Введение. Методы измерения температуры. Основные сведения о температурных шкалах. Физические основы термометрии. Классификация преобразователей температуры. Газовый термометр.

Термоэлектрические преобразователи. Термоэлектрический эффект при компоновке контура с несколькими электродами. Методы измерения термо - ЭДС. Электрические схемы термоэлектрических преобразователей, включая схемы с лабораторным и автоматическим потенциометрами. Применение термоэлектрических преобразователей для измерений низких и высоких температур. Методы определения температуры рабочей среды в нестационарных условиях на основе термоэлектрических преобразователей.

Термометры сопротивления или терморезисторы. Зависимость электрического сопротивления металлов и сплавов от температуры. Характеристики и область применения терморезисторов. Образцовый платиновый термометр сопротивления. Схемы включения термометров в измерительную цепь с привлечением компараторов и цифровых вольтметров, а также схемы автоматических приборов. Полупроводниковые термодатчики. Методы измерения температуры с помощью германиевого термометра и легированных полупроводниковых термодатчиков. Электрические схемы полупроводниковых преобразователей, включая схемы автоматических приборов.

Бесконтактные методы измерения температуры. Физические основы пирометрии. Конструкции и схемы пирометров, включая схему с пирометрической лампой и схему с фотодиодом. Особенности методики при использовании пирометров при сверхвысоких температурах. Методы и устройства, предназначенные для создания условий с заданной температурой (нагревательные системы, высокотемпературные блоки и криостаты).

Методы создания и измерения высоких давлений. Методы измерения давления. Грузопоршневые манометры. Пружинные манометры. Дифференциальные манометры. Мембранные преобразователи давления, ориентированные на электронное цифровое показывающее устройство. Способы создания условий с высоким и сверхвысоким давлениями. Блоки, входящие в систему высокого давления (пьезометры, мультипликаторы, термокомпрессоры, разделительные устройства и датчики положения мембраны).

Методы создания и измерения вакуума. Методы измерения низких давлений или вакуума. Классификация манометрических преобразователей. Электрические схемы термодинамических, тепловых и ионизационных преобразователей давления. Способы создания вакуума. Типы вакуумных насосов. Основные блоки, входящие в вакуумную систему. Конструирование вакуумных систем и теплотехнический расчет характеристик применительно к вакуумным системам.

Методы измерения расхода. Физические основы измерения расхода жидкости, газа и пара. Диафрагмы и стандартные сужающие устройства, а также их характеристики. Основные блоки, входящие в расходомер. Электромагнитные расходомеры. Тахометрические расходомеры. Измерения малых расходов и скоростей в потоке. Термоанемометры, напорные

трубки. Калориметрический метод измерения расхода. Методы измерения уровня жидкости. Типы уровнемеров. Особенности применения уровнемеров в энергетических установках. Методы измерения теплофизических свойств веществ. Установки, которые реализуют косвенные методы определения плотности, вязкости и теплопроводности жидких и газообразных рабочих тел. Методы анализа состава. Газоанализаторы химические, термокондуктометрические и магнитные. Хроматограф и основные блоки, входящие в его измерительную схему.

Аннотация дисциплины

Физика специальная – Б1.В.03

Цель дисциплины: изучение основ механики жидкости и газа, а также использование полученных знаний для описания физических процессов в теплообменном энергетическом оборудовании.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилям Техника и физика низких температур, Теплофизика, Атомные электрические станции и установки, Термоядерные реакторы и плазменные установки, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике направления 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. Количество зачетных единиц – 8.

Содержание разделов:

Место механики жидкости и газа (МЖГ) в науке о движении материальных тел. Предмет МЖГ. Основные классы задач МЖГ: задачи внешнего обтекания, течения в каналах, свободные потоки. Метод МЖГ. Основные особенности феноменологического метода: модель сплошной среды; макропараметры среды; фундаментальное понятие об элементарной жидкой частице; допущение о применимости к ней основных законов механики. Классификация моделей жидкости в МЖГ: модели сжимаемой и несжимаемой жидкости; модели вязкой и идеальной жидкости; модели жидкости с постоянными и переменными свойствами. Элементы тензорной алгебры. Понятие о тензоре. Ранг тензора. Инварианты. Разложение тензора на симметричную и антисимметричную часть. Свойства симметричного тензора.

Способы описания движения среды по Лагранжу и Эйлеру. Понятия о траектории частицы и о линии тока. Струи и трубки тока. Поступательное, вращательное и деформационное движение жидкой частицы. Понятие об относительном движении. Тензор «векторный градиент», физический смысл его разложения на симметричную и антисимметричную части. Описание вращательного движения: ротор скорости, тензор вращения. Описание деформационного движения: тензор скоростей деформации. Первая теорема Гельмгольца. Определения вихревого и безвихревого течения жидкости. Особенности вихревого движения. Вихревые линии и трубки, вторая теорема Гельмгольца. Теорема Стокса. Особенности безвихревого (потенциального) течения. Потенциал скорости. Полная (субстанциональная) производная, физический смысл её локальной и конвективной части.

Уравнение неразрывности, его физический смысл. Уравнение движения жидкости. Силы, действующие в жидкости – массовые и поверхностные. Напряжения. Вывод уравнения движения « в напряжениях», его физический смысл. Различные формы записи уравнений. Проблема незамкнутости системы уравнений динамики жидкости.

Предмет гидростатики. Абсолютное и относительное равновесие. Условия абсолютного равновесия жидкости. Основные законы гидростатики. Закон Паскаля, закон Архимеда. Равновесие жидкости в поле силы тяжести.

Особенности идеальной жидкости. Система уравнений динамики идеальной жидкости. Уравнение движения в форме Эйлера, различные формы записи, физический смысл слагаемых.. Условия однозначности, начальные и граничные условия. Формулировки граничных условий для внешних и внутренних задач течения идеальной жидкости. Уравнение движения идеальной жидкости в форме Громеки – Лэмба. Теорема Бернулли, её доказательство и практические применения: анализ течений, трубка Пито – Прандтля, труба Вентури. Движение идеальной сжимаемой жидкости. Обобщенная теорема Бернулли. Число Маха – критерий сжимаемости.

Определение и особенности плоского течения. Функция тока, её связь с потенциалом скорости. Линии тока и эквипотенциальные линии. Метод суперпозиции. Потенциалы и функции тока некоторых «элементарных» потоков. Решение методом суперпозиции задачи о поперечном обтекании цилиндра идеальной жидкостью. Поле скорости, поле давления.

Парадокс Даламбера. Поперечное обтекание с циркуляцией. Формула Жуковского о подъемной силе. Подъемная сила крыла. Постулат Чаплыгина – Жуковского.

Особенности течения вязкой жидкости. Проблема незамкнутости уравнений динамики вязкой жидкости. Гипотезы Стокса. Обобщенный закон Ньютона для вязкой жидкости. Уравнения Навье - Стокса в общем виде и для частного случая течения вязкой несжимаемой жидкости с постоянными свойствами. Физический смысл слагаемых. Различные формы записи уравнений Навье – Стокса. Граничные условия течений вязкой жидкости. Основы теории подобия. Подобие течений вязкой жидкости. Приведение системы уравнений динамики вязкой жидкости к безразмерному виду. Числа и критерии подобия. Число гомохронности, числа Эйлера, Фруда, Рейнольдса. Роль числа Рейнольдса как критерия режима течения вязкой жидкости. Условия подобия, правила моделирования. Гидравлическое сопротивление при течении вязкой жидкости.

Стационарное течение Куэтта. Ламинарное стационарное течение в круглой трубе. Понятие о гидродинамической стабилизации. Стабилизированное течение в круглой трубе. Решение задачи о профиле скорости. Парабола Пуазейля. Формула Пуазейля для расчета коэффициента гидравлического сопротивления. Течение на начальном гидродинамическом участке круглой трубы. Решение Тарга. Ламинарный пограничный слой. Понятие пограничного слоя. Уравнения пограничного слоя. Пограничный слой при продольном обтекании тонкой пластины (задача Блазиуса). Пограничный слой при наличии продольного градиента давления. Явление отрыва пограничного слоя. Управление пограничным слоем.

Определение турбулентности. Потеря устойчивости и переход от ламинарного течения к турбулентному в трубах, в пограничном слое. Коэффициент перемежаемости. Опыты Ротта. Первое и второе критические числа Рейнольдса. Элементы теории устойчивости. Энергетический метод. Метод малых возмущений. Уравнение Орра – Зоммерфельда, нейтральная кривая. Статистический подход Рейнольдса. Мгновенные, осредненные и пульсационные значения гидродинамических полей. Уравнения Рейнольдса – осредненные уравнения турбулентного движения, физический смысл слагаемых. Напряжения Рейнольдса и проблема незамкнутости системы осредненных уравнений. Полуэмпирические модели турбулентности. Гипотеза Прандтля о «длине пути перемешивания». Стационарное гидродинамически стабилизированное турбулентное течение в трубе. Двухслойная модель Прандтля. Универсальный логарифмический профиль скорости. Модели Кармана, Рейхардта. Практические расчеты профилей скорости и коэффициентов гидравлического сопротивления при турбулентном течении. Анализ физики турбулентных течений на основе уравнений энергетического баланса. Основные статистические характеристики турбулентности – математическое ожидание, дисперсия, корреляционные функции и спектры пульсаций.

Аннотация дисциплины

Термодинамика – Б1.В.04

Цель дисциплины: изучение законов термодинамики и термодинамических методов анализа, применительно к системам передачи и трансформации теплоты в теплосиловых, холодильных и теплонасосных установках.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки бакалавриата 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (профили: Техника и физика низких температур, Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике). Количество зачетных единиц – 10.

Содержание разделов: Первый закон термодинамики для закрытых систем и для потока вещества. Второй закон термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Эксергетический анализ термодинамических систем. Дифференциальные уравнения термодинамики.

Процессы идеального и реального газа, теплота и работа процессов. Изображение процессов в термодинамических диаграммах. Фазовые переходы. Термические уравнения состояния реального газа.

Процессы в суживающихся и комбинированных соплах, влияние трения, кризис течения, закон обращения воздействия, процессы в диффузоре, адиабатное дросселирование. Процессы в неохлаждаемых, охлаждаемых и многоступенчатых компрессорах. Процессы в h,s - диаграмме.

Обратные термодинамические циклы холодильных установок, холодопроизводительность, холодильный коэффициент и эксергетический КПД, циклы каскадных и многоступенчатых холодильных установок. Термодинамические циклы теплонасосных установок. Изображение циклов в T,s - диаграмме.

Термодинамические циклы паротурбинных, газотурбинных и парогазовых установок, принципиальные схемы, удельные работы, термический и внутренний КПД циклов, мощность установок. Изображение циклов и процессов в T,s - и в h,s - диаграммах.

Условия равновесия при различных способах взаимодействия системы с окружающей средой, условие фазового равновесия. Третий закон термодинамики, следствия из третьего закона.

Термодинамика магнетиков. Основные характеристики диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков. Изотермический и адиабатный процессы в магнетиках. Получение низких температур методом адиабатного размагничивания. Термодинамика поверхности раздела фаз, фазовое равновесие при искривленной границе раздела фаз, конденсация в объеме. Фазовые переходы 2-го рода. Особенности λ - переходов. Особенности фазовой p,T - диаграммы гелия.

Аннотация дисциплины

Тепломассообмен - Б1.В.05

Цель и задачи дисциплины: изучение механизмов основных видов конвективного теплообмена и практическое освоение современных методов расчета этих процессов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 дисциплин основной образовательной профессиональной программы (ОПОП) по профилям «Техника и физика низких температур», «Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике» направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Количество зачетных единиц – 10.

Содержание разделов: Предмет курса. Основные способы переноса теплоты.

Основные положения теории теплопроводности. Температурное поле, изотермические поверхности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Закон Фурье. Теплопроводность различных веществ. Условия однозначности.

Стационарная теплопроводность одно- и многослойной стенок простейшей геометрии. Условие рационального выбора материала тепловой изоляции для цилиндрической стенки. Учет зависимости теплопроводности от температуры. Интенсификация теплопередачи. Эффективность ребрения. Теплопроводность ребер. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты.

Нестационарная теплопроводность в пластине, цилиндре, шаре. Основы теории регулярного режима. Нестационарный перенос тепла теплопроводностью в полубесконечном теле. Особенности многомерных задач теплопроводности. Теорема перемножения решений.

Основные понятия и определения. Классификация процессов. Дифференциальное уравнение энергии. Система уравнений конвективного теплообмена. Приближение пограничного слоя. Основы теории подобия. Понятие подобия физических процессов. Критерии и уравнения подобия. Метод анализа размерностей.

Теплообмен при вынужденном внешнем обтекании тел. Осреднение уравнений конвективного теплообмена для турбулентного пограничного слоя. Продольное обтекание пластины, ламинарный и турбулентный пограничный слой. Аналогия Рейнольдса. Гидродинамика и теплообмен при поперечном обтекании труб.

Особенности конвективного теплообмена при течении в каналах. Расчет теплоотдачи для стабилизированного течения. Теплоотдача при ламинарном режиме, задача Гретца-Нуссельта. Закономерности теплоотдачи при турбулентном режиме течения.

Теплообмен при естественной конвекции около вертикальной пластины и горизонтальной трубы при ламинарном и турбулентном пограничном слое. Естественная конвекция в узких каналах. Понятие о конвективной неустойчивости стратифицированного слоя жидкости.

Основные понятия. Законы излучения черного тела. Особенности реальных поверхностей. Лучистый теплообмен в диатермической среде. Общий метод расчета для серых поверхностей и диффузного излучения. Угловые коэффициенты. Решение задач для простейших схем.

Классификация процессов, возможные режимы конденсации пара. Система уравнений для движения жидкости со свободной поверхностью при фазовом переходе I рода. Решение Нуссельта для пленочной конденсации на вертикальной стенке и его последующие уточнения. Конденсация на горизонтальной трубе. Числа подобия. Турбулентное течение конденсированной пленки. Особенности пленочной конденсации внутри труб. Механизм и теплообмен при капельной конденсации.

Классификация процессов. Модели элементарных процессов. Режимы кипения в большом объеме. Теплоотдача в различных режимах, кризисы кипения. Теоретические модели теплообмена при кипении в большом объеме. Устойчивость процесса с точки зрения теплового баланса греющей стенки. Кипение при вынужденном течении жидкости. Теплообмен при движении фронта фазового перехода.

Совместные процессы тепло- и массообмена. Характеристики переноса массы и энергии в бинарной системе. Диффузия, закон Фика. Система дифференциальных уравнений для тепло- и массообмена. Аналогия процессов тепло- и массообмена при низкой интенсивности массообмена. Тройная аналогия. Особенности тепло- и массообмена при значительном поперечном потоке массы.

Аннотация дисциплины

Криофизика – Б1.В.06

Цель дисциплины: изучение методов описания конденсированных систем, в том числе квантовой жидкости, а также процессов теплопереноса в условиях сильной неравновесности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 8.

Содержание разделов: Принципы квантовой механики. Соотношение неопределенностей. Волновая функция и уравнение Шредингера. Простейшие задачи квантовой механики: 1) частица в одномерном потенциале (прямоугольная и параболическая потенциальная ямы); 2) квантовый гармонический осциллятор; 3) квантовый туннельный эффект. Понятие спина и принцип Паули. Принципы квантовой статистики. Квантовые и классические функции распределения: Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна. Бозе-конденсация. Квантовая статистика Ферми-Дирака. Вырожденный ферми газ.

Параметры конденсированного тела. Параметр взаимодействия. Параметр де Бройля. Концепция элементарных возбуждений. Энергетический спектр конденсированного тела. Кристаллическая решетка. Коллективные колебания кристаллической решетки. Фононы. Акустические и оптические фононы. Теплоемкость кристаллической решетки. Модель Дебая. Плавление конденсированного тела. Критерий Линдемана. Теплопроводность кристаллической решетки (диэлектрики). Электроны в конденсированном теле: Электроны как квазичастицы. Теорема Блоха. Статистика и термодинамика электронов в конденсированном теле. Теплоемкость электронов. Зонная структура конденсированных тел.

Основные опытные факты. Тепловые свойства сверхпроводников. Феноменологические теории сверхпроводимости: Термодинамическая теория Гортера-Казимира. Двухжидкостная модель Лондонов. Теория Гинзбурга-Ландау. Два типа сверхпроводников. Сверхпроводники I рода в магнитном поле. Промежуточное состояние. Сверхпроводники II рода в магнитном поле: смешанное состояние, квантование магнитного потока и вихри Абрикосова. Резистивное состояние сверхпроводников и пиннинг. Жесткие сверхпроводники. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость.

Основные понятия и определения: потенциалы взаимодействия, функция распределения молекул газа по скоростям, моменты функции распределения. Связь микроскопического и макроскопического уровней описания. Кинетическое уравнение Больцмана. Основные допущения при выводе. Моменты интеграла столкновений. Н-функция и Н-теорема. Постановка задачи для уравнения Больцмана. Методы решения кинетического уравнения Больцмана. Решение линеаризованной одномерной стационарной задачи о переконденсации. Получение выражения для плотности потока массы j . Его асимптотики. Решение одномерной стационарной линеаризованной задачи о теплопереносе через слой разреженного газа. Выражение для теплового потока q . Его асимптотики. Кинетическое описание задач интенсивного испарения и конденсации.

Гелий – квантовая жидкость. Опытные факты и наблюдения. Термомеханический и механотермический эффекты в He-II. Соотношение Лондона. Двухскоростная модель Л.Д.Ландау: допущения (предположения) и математическое описание. Распространение звука в He-II. Система уравнений, описывающая это явление. Скорость первого и второго звука. Изменение давления и температуры в монохроматической волне 1-го и 2-го звука. Третий и четвертый звуки. Отражение звука от межфазной поверхности сверхтекучего гелия. Физическая постановка и математическое описание. Коэффициент отражения звука от межфазной поверхности сверхтекучего гелия. Предельные значения. Зависимость от коэффициента конденсации. Коэффициент проницаемости границы раздела фаз.

Постановка задачи о расчете теплообмена в He-II. Режим сопротивления П.Л.Капицы. Описание стационарного теплопереноса в He-II при ламинарном движении нормальной компоненты. Вывод уравнения, описывающего стационарный теплоперенос в He-II на основе уравнений двухскоростной гидродинамики. Критические скорости в He-II. Сила взаимного трения Гортера-Меллинка. Физическая сущность. Качественный вывод выражения для силы. Расчет теплопереноса с учетом взаимного трения компонент сверхтекучего гелия. Расчет “восстановительного” теплового потока в He-II. Физическая постановка. Математическое описание. Результаты для цилиндрических нагревателей малого и большого диаметров.

Сверхтекучесть и бозе-конденсация. Расчет температуры начала бозе-конденсации.

Термомеханические эффекты. Изоэнтропное расширение. Дросселирование сжатого газа. Эффект Джоуля-Томпсона. Расширение из постоянного объема. Десорбционное охлаждение. Охлаждение с помощью откачки паров.

Магнитное охлаждение. Механокалорический эффект. Свойства парамагнитных солей. Адиабатное размагничивание. Ядерное размагничивание. Магнито- и электрокалорические методы охлаждения. Намагничивание сверхпроводников.

Аннотация дисциплины

Механика двухфазных систем – Б1.В.07

Цель дисциплины: теоретическое изучение элементарных процессов, протекающих в двухфазных системах, позволяющее рассчитывать характеристики реальных систем.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 6.

Содержание разделов: Предмет и задачи курса. Методы анализа и математический аппарат при описании двухфазных систем. Общая формулировка законов сохранения в интегральной и дифференциальной формах. Законы сохранения массы и импульса сплошной среды. Тензор плотности потока импульса. Закон сохранения энергии. Законы сохранения для бинарных смесей.

Граница раздела фаз. Нахождение скорости границы. Универсальные условия совместности на межфазных границах; частные случаи записи. Специальные условия совместности на границах для малоинтенсивных процессов.

Поверхностные явления (термодинамические соотношения). Поверхностное натяжение. Уравнение гидростатического равновесия газожидкостных систем. Форма свободной поверхности жидкости в сосудах. Подъем жидкости в капиллярах. Уравнение для осесимметричных равновесных поверхностей раздела фаз. Анализ численных решений уравнения гидростатики для осесимметричных поверхностей.

Стоячие и прогрессивные волны. Понятие устойчивости границы раздела фаз. Математическое описание волнового движения границы раздела идеальных несжимаемых сред в линейном приближении. Капиллярные и гравитационные волны. Неустойчивость Тейлора. Неустойчивость Гельмгольца; критическая скорость ее возникновения.

Режимы течения жидких пленок на вертикальных и наклонных поверхностях. Ламинарный режим течения. Устойчивость ламинарного режима. Волновой режим течения. Интенсификация поперечных процессов переноса в волновом режиме течения пленки. Потенциальное течение жидкости. Потенциал скорости при обтекании твердой сферы идеальной жидкостью. «Абсолютное» и «относительное» движения. Обтекание сферы вязкой жидкостью при малых значениях числа Re .

Качественные закономерности подъемного движения газовых пузырей в жидкости. Условия сферичности всплывающего пузыря. Анализ опытных результатов по всплытию методами теории подобия. Особенности движения сферических и деформированных капель в газовом потоке. Скорость витания. Дробление капель.

Неустановившееся движение газовой полости в жидкости. Уравнение Рэлея, его динамическая и энергетическая формы. Явление кавитации. Поле давлений в окрестности схлопывающейся газовой полости. Динамическая и энергетическая схемы роста паровых пузырей в объеме перегретой жидкости. Анализ механизма роста паровых пузырей при кипении на поверхности нагрева. Условия отрыва растущего пузыря от греющей поверхности.

Классификация и количественные характеристики двухфазных потоков. Структура двухфазных течений в вертикальных и горизонтальных каналах. Карты режимов течения.

Кинематика двухфазных течений. Методы расчета истинного объемного паросодержания при пузырьковом и снарядном режимах течения. Расчет скорости скольжения. Барботажный процесс.

Уравнение сохранения импульса одномерного двухфазного потока. Гомогенная модель расчета гидравлического сопротивления при двухфазном течении и ее модификации. Модель раздельных цилиндров. Расчет местных гидравлических сопротивлений.

Уравнение сохранения энергии парожидкостного потока. Влияние теплообмена на гидравлическое сопротивление. Расчет гидравлического сопротивления неадиабатного

парожидкостного потока. Смена режимов течения в парогенерирующем канале. Кризисы теплоотдачи в парогенерирующих каналах. Теплоотдача при двухфазных течениях.

Статическая и колебательная неустойчивости в парогенерирующих каналах. Коэффициент статической устойчивости. Анализ колебательной неустойчивости методом теории автоматического регулирования.

Количественные характеристики пористых структур. Однофазное течение в пористых средах. Закон Дарси. Двучленный закон фильтрации. Относительные фазовые проницаемости. Математическое описание двухфазной фильтрации.

Аннотация дисциплины

Вычислительная техника в расчетах низкотемпературных систем – Б1.В.08

Цель дисциплины: изучение методов применения вычислительной техники к расчетам низкотемпературных систем и процессов, протекающих в элементах этих систем.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Зависимость вида информационной технологии от возникающих задач, выбор пути решения. Приоритет расчетных задач при разработке новых типов изделий низкотемпературной техники.

Этапы постановки физических и инженерных задач для решения с помощью информационных технологий. Пример последовательности расчета автономной системы криостатирования энергетического объекта.

Вопросы построения физических моделей, взаимосвязь математического описания физической модели и вычислительных методов. Пример построения физических моделей при расчете теплопритоков по тепловым мостам. Приведение математического описания к безразмерному виду. Использование методов аппроксимации для нахождения зависимостей теплофизических свойств от параметров работы системы и учет этих зависимостей при расчете характеристик системы. Использование численных методов (решение алгебраических уравнений, численное дифференцирование и интегрирование, решение обыкновенных дифференциальных уравнений) при решении одномерных задач теплопроводности.

Классификация задач гидродинамики. Подходы к решению задач пограничного слоя. Математическое описание гидродинамических задач и его упрощение. Решение задачи Блазиуса методами прогонки и прогноза и коррекции. Сравнение результатов и их анализ. Решение задачи конвективного тепло- и массообмена. Упрощенный подход. Алгоритм решения многомерных задач, явные и неявные схемы решения. Пример решения задачи расчета интенсивности теплообмена в канале. Сравнение результатов с эмпирическими зависимостями.

Классификация оптимизационных задач и их основные понятия. Пример формирования функции цели в задачах низкотемпературной техники. Классификация методов оптимизации. Алгоритм поиска оптимума. Ограничения в оптимизационных задачах. Метод штрафных функций. Пример решения оптимизации характеристик работы автономной системы криостатирования методом деформированного многоугольника.

Основы построения систем автоматизированного проектирования и научных исследований. Планирование эксперимента.

Аннотация дисциплины

Термодинамические основы низкотемпературной техники – Б1.В.09

Цель дисциплины: изучение основ построения схем низкотемпературных установок и методик их расчета.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 8.

Содержание разделов: Примеры получения закономерностей для зависимостей термодинамических параметров (уравнение состояния, энтропия, уравнения Максвелла,) на основе статистического подхода описания системы частиц.

Уравнения состояния термодинамической системы, как основа для получения информации о ее параметрах и их взаимосвязях. Законы термодинамического состояния системы и диаграммы данного состояния.

Основные термодинамические процессы и их графическое изображение на диаграммах.

Холодильные и криогенные циклы.

Примеры расчета низкотемпературных циклов. p - h диаграмма. Эксергетический анализ работы установок.

Развитие схем парожидкостных установок. Многоступенчатые и каскадные схемы. Тепловые насосы.

Основы методики построения анализа процессов в смесях. Диаграммы бинарных смесей. Ректификация. Растворимость газов и жидкостей.

Установки со стационарными циклами. Нестационарные циклы. Основы построения машин Стирлинга и МакМагона.

Основные требования и возможные варианты выполнения схем этих установок. Примеры реализации установок микрокриогенной техники различного назначения.

Пароэжекторные холодильные установки преобразования энергии. Газодинамические функции и их использование. Расчет пароэжекторных холодильных установок.

Вихревая труба. Процессы при преобразовании энергии в вихревой трубе. Основы расчета холодильных установок с вихревой трубой.

Абсорбционные холодильные установки. h - x диаграмма. Методика расчета данных установок.

Необходимость использования для охлаждения различных объектов электрических, магнитных и оптических методов. Термоэлектрическое охлаждение. Возможности повышения эффективности материалов. Многоступенчатые и комбинированные полупроводниковые термотрансформаторы.

Рефрижераторы растворения. Магнитокалорическое охлаждение в области криотемператур. Ограничения, связанные со свойствами магнетиков. Электрокалорическое охлаждение и материалы. Многоступенчатые системы.

Примеры конструкций элементов установок (компрессоры, детандеры, дроссели, фильтры).

Перспективы развития и новые области использования низких температур в промышленности, сельском хозяйстве и энергетике.

Аннотация дисциплины

Тепломассообменные аппараты – Б1.В.10

Цель дисциплины: изучение методов теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов различных типов, применяемых в низкотемпературной технике.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 8.

Содержание разделов: Предмет курса. Основные понятия и определения. Назначение и роль теплообменных аппаратов в низкотемпературных установках. Общая классификация теплообменных аппаратов. Основные расчетные уравнения. Примеры использования теплообменных аппаратов в низкотемпературной технике (дроссельные рефрижераторы, воздухоразделительные установки).

Теплоносители, используемые в низкотемпературных установках. Определение теплофизических свойств газообразных и жидких теплоносителей. Влажный воздух и его свойства, $h - x$ диаграмма влажного воздуха. Конструкционные материалы, применяемые в низкотемпературной технике, их теплофизические, механические и технологические свойства.

Особенности расчета коэффициента теплоотдачи и гидравлического сопротивления в теплообменных аппаратах низкотемпературной техники. Определение коэффициента теплопередачи при сложной геометрии поверхности теплообмена. Определение среднего температурного напора в теплообменных аппаратах, в том числе при переменных свойствах теплоносителей. Расчет гидравлического сопротивления теплообменных аппаратов. Показатели качества теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов с использованием связи между числом единиц переноса и эффективностью.

Принцип действия рекуператоров, их преимущества и недостатки по сравнению с другими типами теплообменных аппаратов. Назначение, конструктивные особенности, сравнительные характеристики, методика теплового и гидравлического расчета, особенности расчета теплоотдачи и гидравлического сопротивления для рекуперативных теплообменников следующих типов: 1) змеевиковые; 2) прямотрубные; 3) витые поперечно-точные; 4) пластинчато-ребристые; 5) матричные.

Принцип действия регенераторов. Использование регенераторов в криогенных газовых машинах и воздухоразделительных установках. Конструктивные особенности регенераторов различных типов. Температурный режим работы регенераторов. Методика теплового и гидравлического расчета регенераторов, особенности расчета теплоотдачи и гидравлического сопротивления. Очистка воздуха от примесей в регенераторах воздухоразделительных установок.

Аннотация дисциплины

Основы холодильной техники – Б1.В.11

Цель дисциплины: ознакомление студентов с историей развития холодильной техники; с экологическими аспектами применения современной холодильной техники; с основами технологии хранения пищевых продуктов и требованиями к режимам холодильной обработки; с современными холодильными установками и их комплектующими.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Исторические аспекты развития холодильной техники.
Экологические аспекты применения низкотемпературной техники.
Основы технологических процессов, использующих низкотемпературную технику.
Особенности применения различных способов охлаждения для получения низких температур.
Рабочие тела холодильных установок: классификация рабочих тел и их характеристики
Холодильные масла, хладагенты
Особенности применения смесевых хладагентов
Основы оптимизации состава смеси и давлений в цикле
Конструктивные особенности низкотемпературных установок

Аннотация дисциплины

Низкотемпературный эксперимент – Б1.В.12

Цель дисциплины: изучение низкотемпературного эксперимента для последующего использования: при конструировании криогенных систем, эксплуатации криогенных систем и проведения исследований.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Низкотемпературная термометрия. Стандартизация низкотемпературных измерений Низкотемпературная термометрия. Стандартизация низкотемпературных измерений, государственные первичные эталоны единицы температуры в интервале от 1,5 до 273,15К. Термодинамическое понятие температуры. Основные газовые законы и их использование при измерении низких температур. Понятие температурной шкалы, реперных точек, вторичных и первичных измерительных приборов.

Особенности реализации реперных точек шкалы МПТШ-68 методом конденсационного термометра. Особенности измерения температуры в интервале от 1,5 до 273,15К. Реперные низкотемпературные точки. Градуировочные характеристики. Первичные и вторичные измерительные приборы.

Металлические термометры: особенности выбора материала, термометры с магнитными примесями чувствительного элемента. Виды используемых материалов. Виды термометров. Градуировочные характеристики. Ошибки измерения. Методика использования. Преимущества и недостатки.

Полупроводниковые термометры сопротивления. Виды используемых материалов. Виды термометров. Градуировочные характеристики. Ошибки измерения. Методика использования. Преимущества и недостатки.

Основные законы термоэлектричества. Особенности измерения низких температур термопарами. Виды используемых материалов. Виды термометров. Градуировочные характеристики. Ошибки измерения. Методика использования. Преимущества и недостатки.

Неметаллические термометры: особенности выбора материала. Виды используемых материалов. Виды термометров. Градуировочные характеристики. Ошибки измерения. Методика использования. Преимущества и недостатки.

Градуировка термометров сопротивления и термопар. Погрешности определения температуры. Компенсация температуры свободных спаев. Регулирование температуры.

Особенности измерения давления при криотемпературах. Термоакустические колебания в импульсных линиях и их влияние на метрологические характеристики датчиков давления. Тензорезистивный метод измерения давления, датчики давления нового типа.

Измерение расходных характеристик однофазных и двухфазных потоков при криотемпературах. Методы измерения объемного расхода, особенности градуирования датчиков расхода при помощи сифонного насоса. Измерение объемного весового паросодержания методом высокочастотного резонатора.

Криостаты. Конструирование низкотемпературных установок. Стеклообразные и металлические сосуды Дьюара. Понижение температуры криожидкости, пленка гелия-II. Некоторые особенности использования жидкого гелия. Измерение уровня жидкости.

Экспериментальное исследование теплофизических свойств веществ при криотемпературах. Стационарные методы измерения теплофизических характеристик веществ. Особенности реализации стационарных методов определения теплопроводности. Метод горизонтального плоского слоя. Государственный эталон теплопроводности в диапазоне температур 2-90 К. Определение теплоемкости методом адиабатного калориметра, особенности конструкции адиабатного калориметра.

Экспериментальное определение вязкости веществ. Гравитационный вискозиметр. Метод Стокса и ротационный метод для определения вязкости. Особенности конструкции вискозиметра Веркина-Руденко для определения вязкости жидкостей и газов при постоянной плотности в диапазоне от 80 до 300 К.

Аннотация дисциплины

Установки и системы низкотемпературной техники – Б1.В.13

Цель дисциплины: изучение основ построения схем низкотемпературных установок и методик их расчета.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Процессы внутреннего и внешнего охлаждения. Дросселирование. Адиабатное изэнтропное расширение. Адиабатное неизэнтропное расширение. Выхлоп. Эксергетический анализ. Цикл Карно. Рабочие тела для низкотемпературных систем. Регенерация холода. Каскадные установки. Установки со стационарными потоками, установки, работающие по циклу Линде. Использование двукратного дросселирования. Применение газовых смесей. Применение детандеров. Эжекторные схемы. Установки со стационарными потоками и охлаждаемой ступенью промежуточного охлаждения (СПО). Детандерные циклы. Каскадный цикл установки с последовательным включением двух детандеров. Использование промежуточного охлаждения. Азотная ванна. Выбор целесообразного числа ступеней промежуточного охлаждения. Ожижение водорода методом дросселирования. Получение параводорода. Ожижение водорода с использованием различных циклов. Устройство водородных ожижителей. Ожижение гелия в циклах с детандерами. Гелиевые рефрижераторы. Конструкции основных узлов гелиевых рефрижераторов и ожижителей. Термодинамические и теплофизические свойства инертных газов, азота, кислорода. Многокомпонентные рабочие тела. Основные фазовые диаграммы. Фазовое равновесие жидкость-пар, жидкость-твердое тело, газ-твердое тело. Основы методик расчета и термодинамической оптимизации установок, работающих по обратному циклу Стирлинга, Гиффорда-МакМагона, Вюлемье-Такониса, пульсационная труба. Схемы газовых криогенных машин. Особенности конструкций газовых криогенных машин. Влияние эффективности регенератора на КПД цикла. Расчет регенераторов. Конструкция регенераторов. Свойства материалов, используемых в регенераторах криогенных машин. Обзор современных гелиевых, водородных, неоновых, азотных рефрижераторов и ожижителей. Современные микрокриогенные системы. Газовые криогенные машины. Мега криогенные системы. Компрессора. Системы охлаждения рабочего тела при компримировании. Детандеры. Теплообменники. Дроссели. Конструкции криостатов. Изоляция. Вакуумное оборудование. Техника безопасности при работе с криосистемами. Основные требования и возможные варианты выполнения схем этих установок. Примеры реализации установок микрокриогенной техники различного назначения. Пароэжекторные холодильные установки преобразования энергии. Газодинамические функции и их использование. Расчет пароэжекторных холодильных установок. Вихревая труба. Процессы при преобразовании энергии в вихревой трубе. Основы расчета холодильных установок с вихревой трубой. Абсорбционные холодильные установки. h - x диаграмма. Методика расчета данных установок. Необходимость использования для охлаждения различных объектов электрических, магнитных и оптических методов. Термоэлектрическое охлаждение. Возможности повышения эффективности материалов. Многоступенчатые и комбинированные полупроводниковые термотрансформаторы. Рефрижераторы растворения. Магнитокалорическое охлаждение в области криотемператур. Ограничения, связанные со свойствами магнетиков. Электрокалорическое охлаждение и материалы. Многоступенчатые системы. Примеры конструкций элементов установок (компрессоры, детандеры, дроссели, фильтры). Перспективы развития и новые области использования низких температур в промышленности, сельском хозяйстве и энергетике.

Аннотация дисциплины

Оборудование криогенных систем – Б1.В.14

Цель дисциплины: изучение схемы конкретной криогенной ожижительной установки, конструкций ее элементов, вопросов ее работы и эксплуатации, проведение экспериментов с различными криогенными устройствами.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур». Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: проведение экспериментальных исследований с различным криогенным оборудованием:

Испытание пластинчато-ребристого теплообменника.

Исследование теплообмена при высоковакуумном формировании защитных покрытий на основе нитрида титана.

Изучение процесса вынужденного капиллярного распада струй.

Изучение схемы, конструкции элементов и основ их работы гелиевого ожижителя:

Технологическая схема гелиевого ожижителя.

Системы хранения жидкого и газообразного гелия. Компрессорное оборудование.

Вакуумное оборудование гелиевого ожижителя .

Системы очистки газообразного гелия от примесей.

Криоблок установки.

Расширительные устройства криоблока.