

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Иностранный язык**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 8,0 зачетных единиц, 288 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Иностранный язык» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-5: способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия

ОПК-7: способностью демонстрировать знание иностранного языка на уровне, позволяющем работать с научно-технической литературой и участвовать в международном сотрудничестве в сфере профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Специфика артикуляции звуков, интонации, акцентуации и ритма изучаемом языке.

Основные особенности полного стиля произношения, характерные для профессиональной коммуникации. Чтение транскрипции.

Понятие дифференциации лексики по сферам применения (бытовая, терминологическая, общенаучная, официальная и другая). Свободные и устойчивые словосочетания, фразеологические единицы. Основные способы словообразования.

Грамматические явления, обеспечивающие коммуникацию без искажения смысла при устном и письменном общении. Основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи.

Понятие об обиходно-литературном, официально-деловом, научном стилях, стиле художественной литературы. Основные особенности научного стиля.

Культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета.

Устная и письменная речь с использованием наиболее употребительных лексико-грамматических средств в ситуациях официального и неофициального общения. Чтение текстов по широкому и узкому профилю специальности.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**История**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «История» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-2: способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции

– **Основное содержание дисциплины**

Объект и предмет исторической науки. Теория и методология исторической науки. Сущность, формы, функции исторического знания. История России – неотъемлемая часть всемирной истории: общее и особенное в историческом развитии.

Становление и развитие историографии как научной дисциплины. Источники по отечественной истории (письменные, вещественные, аудио-визуальные, научно-технические, изобразительные). Способы и формы получения, анализа и сохранения исторической информации.

Пути политогенеза и этапы образования государства в свете современных научных данных. Разные типы общностей в догосударственный период. Специфика цивилизаций (государство, общество, культура) Древнего Востока и античности.

Русские земли в XIII-XV веках и европейское средневековье. Особенности социального строя Древней Руси; специфика формирования единого российского государства. Формирование сословной системы организации общества; предпосылки и особенности складывания российского абсолютизма; реформы Петра I; век Екатерины; дискуссии о генезисе самодержавия. Россия в XVI-XVII веках в контексте развития европейской цивилизации.

Особенности и основные этапы экономического развития России; структура феодального землевладения; крепостное право в России; Мануфактурно-промышленное производство; становление индустриального общества в России; общее и особенное. Россия и мир в XVIII – XIX веках: попытки модернизации и промышленный переворот. Общественная мысль и общественное движение России в XIX веке; реформы и реформаторы в России.

Россия и мир в XX в. Роль XX столетия в истории России; революции и реформы; социальная трансформация общества; политические партии России; Россия в условиях мировой войны; революция 1917 года; гражданская война и интервенция, их результаты и последствия; российская эмиграция; социально-экономическое развитие страны в 20-30-е годы; Великая Отечественная война; социально-экономическое развитие, общественно-политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в 1945-1991 гг.; становление новой российской государственности; Россия на пути модернизации. Россия и мир в XXI в.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Философия**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 4,0 зачетных единиц, 144 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Философия» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-1: способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции

– **Основное содержание дисциплины**

Философские вопросы в жизни современного человека. Предмет философии. Философия как форма духовной культуры. Основные характеристики философского знания. Функции философии.

Возникновение философии. Философия древнего мира. Средневековая философия. Философия XVII-XIX веков. Современная философия. Традиции отечественной философии.

Бытие как проблема философии. Монистические и плюралистические концепции бытия. Материальное и идеальное бытие. Специфика человеческого бытия. Пространственно-временные характеристики бытия. Проблема жизни, ее конечности и бесконечности, уникальности и множественности во Вселенной.

Идея развития в философии. Бытие и сознание. Проблема сознания в философии. Знание, сознание, самосознание. Природа мышления. Язык и мышление.

Познание как предмет философского анализа. Субъект и объект познания. Познание и творчество. Основные формы и методы познания. Проблема истины в философии и науке. Многообразие форм познания и типы рациональности. Истина, оценка, ценность. Познание и практика.

Философия и наука. Структура научного знания. Проблема обоснования научного знания. Верификация и фальсификация. Проблема индукции. Рост научного знания и проблема научного метода. Специфика социально-гуманитарного познания. Позитивистские и постпозитивистские концепции в методологии науки. Рациональные реконструкции истории науки. Научные революции и смена типов рациональности. Свобода научного поиска и социальная ответственность ученого.

Философское понимание общества и его истории. Общество как саморазвивающаяся система. Гражданское общество, нация и государство. Культура и цивилизация. Многовариантность исторического развития. Необходимость и сознательная деятельность.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Правоведение**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Правоведение» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-4: способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Понятие, признаки, функции государства. Форма государства: форма правления, форма государственного устройства, политические режимы. Основные теории происхождения государства. Правовое государство: понятие и признаки.

Понятие права. Основные признаки права. Принципы права. Соотношение права и морали. Система права. Понятие, признаки, структура нормы права.

Понятие источника права. Виды источников права. Источники права в России. Нормативный правовой акт как основной источник права в Российской Федерации. Понятие закона и подзаконного акта.

Понятие правоотношения. Правоотношение и иные общественные отношения. Юридические факты. Состав правоотношения.

Правотворчество: понятие, признаки. Правотворчество и законотворчество. Понятие реализации норм права. Соблюдение, исполнение, использование и применение как формы реализации права.

Понятие и признаки правонарушения. Состав правонарушения. Виды правонарушений. Понятие и признаки юридической ответственности. Цели юридической ответственности. Виды юридической ответственности.

Понятие прав и свобод человека и гражданина. Становление и развитие системы прав и свобод человека и гражданина. Права, свободы и обязанности человека и гражданина согласно Конституции РФ. Система гарантий прав и свобод человека и гражданина. Механизмы защиты прав и свобод человека и гражданина.

Понятие и признаки правосознания. Виды правосознания. Понятие и структура правовой культуры. Показатели уровня правовой культуры общества и личности. Правовое воспитание: понятие, задачи, особенности.

Конституционное право, гражданское право, семейное, трудовое, уголовное, административное, информационное, экологическое право Российской Федерации.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Экономика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 4,0 зачетных единиц, 144 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Экономика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-3: способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности

**Основное содержание дисциплины**

Предмет экономики. Экономический анализ, его значение и методы. Ограниченность ресурсов и проблема выбора. Кривая производственных возможностей. Экономические системы и их классификация. Смешанная экономика. Понятие, типы и формы собственности

Рыночная структура. Виды рынков. Преимущества и недостатки рыночной экономики. Понятие рыночного механизма. Спрос. Сдвиг кривой спроса. Предложение. Сдвиг кривой предложения. Рыночное равновесие и рыночная цена.

Полезность и спрос. Понятие о теории предельной полезности. Концепция кривых безразличия.. Оптимальный выбор потребителя.

Сущность и организационно-правовые формы предпринимательской деятельности. Фирма и конкуренция. Кругооборот ресурсов фирмы. Производственная функция. Выручка, издержки и прибыль фирмы. Издержки и поведение фирмы в краткосрочном и долгосрочном периоде. Ценообразование, максимизация прибыли и поведение фирмы в различных рыночных структурах.

Рынок конечных продуктов и услуг. Правительственный рынок. Потребительский рынок. Рынки факторов производства: рынок земли, рынок труда, рынок капитала, финансовый рынок. Основы оценки эффективности проектных решений.

Сущность национальной экономики. Модель макроэкономического кругооборота. Система национальных счетов. ВВП и ВВП, методы их расчета.

Понятие макроэкономического равновесия. Модель AD-AS. Модели потребления и сбережения. Модель макроэкономического равновесия Дж. Мн. Кейнса.

Макроэкономическая нестабильность и формы ее проявления. Цикличность развития рыночной экономики.

Деньги и их функции. Основные денежные агрегаты. Банковская система. Центральный банк и коммерческие банки. Законы денежного обращения. Классическая и кейнсианская теория спроса на деньги. Теория спроса и предложения денег в экономике. Равновесие на денежном рынке.

Общая характеристика устройства финансовой системы России. Государственный бюджет и внебюджетные фонды. Налоговая система. Прямые и косвенные налоги.

Бюджетно-налоговая политика, ее цели и инструменты. Мультипликаторы государственных расходов, налогов, сбалансированного бюджета. Инфляционные и неинфляционные способы финансирования государственного бюджета..

Кредитно-денежная политика, ее цели и инструменты. Передаточный механизм кредитно-денежной политики.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Социология**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Социология» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

**Основное содержание дисциплины**

Социология как наука. Социология как наука. Объект и предмет социологии. История социологии. Предпосылки возникновения социологии. Социологические теории 19-20 вв. Развитие социологии в России. Сущность социологического исследования и его основные этапы. Программа социологического исследования. Общество как социальная система. Понятие, признаки общества. Типология обществ.

Личность в социальной среде. Социологический подход к изучению личности. Структура личности. Статусно-ролевая теория личности. Социализация как закономерный процесс превращения человека в элемент социума. Понятие девиантного поведения. Социологические теории девиантного поведения. Социальные взаимодействия и их основные формы.

Социальная структура. Социальная структура общества. Социальные группы и общности. Сущность, структура, типы и функции социальных институтов и социальных организаций. Социальное неравенство. Социальная стратификация и социальная мобильность.

Социокультурная динамика общества. Общества как социокультурная система. Влияние культуры на социальные и экономические отношения. Основные элементы культуры. Изменения в культуре. Многообразие культур. Типы социокультурной регуляции.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Культура речи и деловое общение**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 2,0 зачетных единиц, 72 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Культура речи и деловое общение» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-5: способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия

ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

– **Основное содержание дисциплины**

Язык и культура речи. Типы речевой коммуникации. Современный русский литературный язык: социальная и функциональная дифференциации. Культура речи и техника речи. Стилистика и редактирование текста. Стили языка: научный, официально-деловой, публицистический, разговорно-обиходный. Языковая личность и коммуникативное поведение.

Понятие риторики. Европейские традиции риторики. Традиции риторики в России. Дискурс. Педагогический дискурс. Современная риторика. Деловая риторика. Риторика и демагогия. Правила публичного выступления.

Понятие делового общения. Общение и коммуникация. Деловое общение и коммуникативное поведение. История делового общения в России. Три составляющие делового общения. Факторы, способствующие эффективному общению. Коммуникативное поведение в конфликтной ситуации. Конфликты в деловом общении. Стили поведения в конфликте. Способы разрешения конфликтных ситуаций.

Деловые переговоры. Методы и тактика ведения переговоров. Правила эффективного общения в ходе деловых переговоров. Этика, этикет, культура делового общения. Типы собеседников. Презентация как рекламно-информационное мероприятие. Деловая беседа. Деловые письма. Характеристика современных деловых писем. Регламентированные деловые письма. Деловая документация. Нерегламентированные деловые письма.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Психология**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Психология» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-5: способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия

ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

**Основное содержание дисциплины**

Предмет и методы психологии. Основные психологические категории. История развития психологии как науки. Структура современной психологии. Психика и организм. Психика, поведение и деятельность. Сознание как высшая степень развития психики.

Познавательные психические процессы. Ощущение, восприятие, внимание: их сущность свойства, виды, значение в жизни человека. Память в системе познавательной деятельности. Мышление как обобщенная форма психического отражения. Воображение и творчество.

Психология личности. Психологические свойства личности: темперамент, характер, способности, направленность. Эмоционально-волевые процессы. Индивидуально-типологические свойства личности. Развитие личности.

Психология общения. Структура и виды общения. Вербальная и невербальная коммуникация. Взаимосвязь общения и индивидуальных психологических особенностей личности. Механизмы взаимопонимания в процессе общения. Причины возникновения коммуникативных барьеров. Типы межличностного восприятия. Эффекты восприятия.

Психология делового общения. Роль и место общения в структуре делового взаимодействия. Психологические аспекты ведения деловой беседы. Организация публичного выступления. Технология общения в различных деловых ситуациях.

Психология малых групп. Сущность малой группы, ее отличительные признаки. Классификация малых групп. Феномен группового давления. Групповая сплоченность. Психологический климат коллектива. Лидерство и стили руководства коллективом. Основные подходы в понимании происхождения лидерства. Стили руководства: сравнительная характеристика. Процесс принятия групповых решений. Способы организации групповой дискуссии.

Психологические аспекты конфликтных взаимодействий. Понятие и классификация конфликтов. Причины и этапы протекания конфликта. Стратегии поведения в конфликте. Конструктивные и деструктивные последствия конфликтов. Способы предупреждения конфликтов в коллективе



**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Культурология**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Культурология» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-1: способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции

ОК-2: способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции

ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

– **Основное содержание дисциплины**

Структура и состав современного культурологического знания. Культурология и философия культуры, социология культуры, культурная антропология. Культурология и история культуры. Теоретическая и прикладная культурология. Методы культурологических исследований. Основные понятия культурологии. Понятие «культуры». Концепции развития культуры. Диалог культур. «Восток» и «Запад».

Синкретичность первобытной культуры. Культура Древнего Востока. Культура античности. Культура Средневековья. Христианство. Культура эпохи Возрождения. Культура эпохи абсолютизма и Просвещения. Классицизм как стиль и направление в искусстве XVII-XIX вв. Особенности развития культуры XIX в. Исторические особенности развития русской культуры до XX в.

Культура и природа. Культура и общество. Культура и глобальные проблемы современности. Культура как способ самоопределения и саморазвития личности. Смысл жизни. Культура человеческого общения. Инкультурация и социализация. Культура и цивилизация. Культура и мораль. Религия как феномен культуры. Современный религиозный модернизм. Особенности художественной культуры. Типология культур. Этническая и национальная культура. «Массовая» и «элитарная» культуры. Контркультура. Модернизм. Искусство XX века. Наука и техника в системе культуры. Тенденции культурной универсализации и глобализации в современном процессе. Гражданская позиция, толерантность, патриотизм, гуманизм как культурная основа социального взаимодействия.

Основные направления развития культуры России начала XX в. Проблемы развития культуры в послереволюционной России. Российская культура советского периода. Кризисные явления русской культуры конца XX – нач. XXI вв. Место и роль России в мировой культуре.

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Логика**

#### **Направление подготовки бакалавров**

#### **16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 2,0 зачетных единиц, 72 часов.

#### **Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Логика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-5: способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия

ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

ОК-7: способностью к самоорганизации и самообразованию

#### **– Основное содержание дисциплины**

Предмет и значение логики. История науки логики. Мышление как главный предмет изучения логики. Язык и общество. Теоретическое и практическое значение логики. Логика и риторика. Роль логики в процессе обучения. Формальная и диалектическая логика.

Понятие. Виды понятий. Отношения между понятиями. Логические операции с понятиями. Определение. Деление. Обобщение и ограничение понятий.

Суждение. Классификация суждений. Логический квадрат. Отношения между сложными суждениями. Логические операции с суждениями. Преобразование суждений.

Умозаключение. Дедуктивные и индуктивные умозаключения. Превращение. Обращение. Простой категорический силлогизм. Правила категорического силлогизма. Сокращенный категорический силлогизм (энтимема). Условные умозаключения. Условно-категорические умозаключения. Логическая природа индукции. Научная индукция. Понятие вероятности. Умозаключение по аналогии и его виды.

Доказательство и опровержение. Виды доказательств. Опровержение и его виды. Правила и ошибки в доказательстве и опровержении. Гипотеза. Определение гипотезы. Виды и разновидности гипотез. Построение гипотезы и этапы ее развития. Подтверждение гипотез. Опровержение гипотез.

Формально-логические законы. Формально-логические законы и их нарушение. Закон тождества. Закон противоречия (непротиворечия). Закон исключенного третьего. Закон достаточного основания. Соотношение законов формальной и диалектической логики.

Теория аргументации. Убедительные основания. Требования к аргументам. Диалог. Дискуссия. Полемика. Тактика дискуссии. Корректные и некорректные приемы ведения дискуссии. Способы обоснования (аргументации). Понимание. Критика догматизма. Логика рассуждений и высказываний при постановке цели и принятии решения. Логика и методология научной деятельности.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Экология**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Экология» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-4: способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности

**Основное содержание дисциплины**

Биосфера и человек: структура и функции биосферы, экосистемы, взаимоотношения организма и среды, экология и здоровье человека; глобальные проблемы окружающей среды; экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы; основы экологического права и нормирования качества окружающей среды; международное сотрудничество в области окружающей среды.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Безопасность жизнедеятельности**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-4: способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности

ОК-9: способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций

– **Основное содержание дисциплины**

Человек и среда обитания; характерные состояния системы “человек - среда обитания”; основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере; критерии комфортности; негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду; критерии безопасности; опасности технических систем: отказ, вероятность отказа, качественный и количественный анализ опасностей; средства жизнедеятельности; международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности. снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем; безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производства; безопасность в чрезвычайных ситуациях; управление безопасностью жизнедеятельности; правовые и нормативно-технические основы управления; системы контроля требований безопасности и экологичности; профессиональный отбор операторов технических систем; экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности; международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физическая культура**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 2,0 зачетных единиц, 72 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Физическая культура » - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-8: способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

**Основное содержание дисциплины**

**Теоретический курс по разделам:**

- Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов;
- Социально-биологические основы физической культуры;
- Основы здорового образа и стиля жизни;
- Оздоровительные системы и спорт (теория, методика и практика);
- Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Информатика и ИКТ**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 6,0 зачетных единиц, 216 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Информатика и ИКТ» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-4: способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ОПК-5: владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, способностью самостоятельно работать на компьютере в средах современных операционных систем и наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики

ОПК-6: способностью работать с распределенными базами данных, работать с информацией в глобальных компьютерных сетях, применяя современные образовательные и информационные технологии

ОПК-8: способностью самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

**Основное содержание дисциплины**

Понятие об информации. Внешние свойства (качество) информации. Атрибутивные свойства информации. Меры информации. Данные и сигналы

Позиционные системы счисления. Смешанные системы счисления. Перевод целых чисел из одной системы счисления в другую. Перевод дробных чисел из одной системы счисления в другую. Основная терминология кодирования. Кодирование целых и дробных чисел, текстовых и графических данных в ЭВМ. Кодирование звуковой информации.

Понятие алгоритма. Свойства алгоритмов. Средства записи алгоритмов. Базовые алгоритмические структуры: следование, ветвление, цикл; их запись.

Основные понятия языков программирования. Общие сведения о языке Паскаль. Алфавит, типы данных и операторы языка Паскаль.

Состав и назначение основных элементов персонального компьютера. Центральный процессор. Системные шины. Оперативная память. Постоянная память. Жесткий диск. Внешние запоминающие устройства. Устройства ввода/вывода данных.

Понятие и назначение операционной системы. Функции операционной системы.

Понятие информационной технологии. Жизненный цикл программного продукта.

Классификация информационных технологий (пакетов прикладных программ).

Характеристика пакетов прикладных программ.

Общие процедуры защиты компьютерной информации. Шифрование информации.

Принцип достаточности защиты. Классификации вирусов по среде обитания; по способу заражения; по особенностям алгоритмов. Методы защиты от компьютерных вирусов.

Понятие компьютерной сети. Протоколы. Эталонная модель взаимодействия открытых систем. Глобальная сеть Интернет. Понятие IP- адреса. Адресация информационных ресурсов в Интернет. Поиск информации в Интернет.

Основные понятия баз данных. Системы управления базами данных. Целостность баз данных. Модели баз данных. Основная терминология реляционной модели. Связывание таблиц: основные виды связи таблиц.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 13,0 зачетных единиц, 468 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Физика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-7: способность к самоорганизации и самообразованию

ОПК-1: способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ПК-4: способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

ПК-5: готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

ПК-7: способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики

ПК-8: готовность к участию в довузовской подготовке и профориентационной работе в школах и других средних учебных заведениях

**Основное содержание дисциплины**

Физика в системе естественных наук. Общая структура и задачи дисциплины «Физика». Экспериментальная и теоретическая физика. Физические величины, их измерение и оценка погрешностей. Системы единиц физических величин. Краткая история физических идей, концепций и открытий. Физика и научно-технический прогресс.

**Механика.** Кинематика поступательного движения материальной точки и вращательного движения твердого тела. Динамика поступательного движения материальной точки и вращательного движения твердого тела. Работа и механическая энергия. Элементы механики сплошных сред. Релятивистская механика.

**Термодинамика и статистическая физика.** Феноменологическая термодинамика. Молекулярно-кинетическая теория. Статистическая физика. Элементы физической кинетики. Макроскопические системы вдали от теплового равновесия.

**Электричество и магнетизм.** Электростатика. Проводники в электрическом поле. Диэлектрики в электрическом поле. Постоянный электрический ток. Магнитостатика. Магнитное поле в веществе. Электромагнитная индукция.

**Колебания и волны. Оптика.** Гармонические колебания. Волны. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн. Поглощение и дисперсия волн. Нелинейные процессы в оптике.

**Квантовая физика.** Квантовые свойства электромагнитного излучения. Планетарная модель атома. Квантовая механика. Квантово-механическое описание атомов. Оптические квантовые генераторы. Квантовая статистика. Элементы физики твердого тела.

**Ядерная физика.** Основы физики атомного ядра. Элементарные частицы. Космические лучи.

**Физическая картина мира.** Особенности классической, неклассической и постнеклассической физики. Методология современных научно-исследовательских программ в области физики. Современные космологические представления. Революционные изменения в технике и технологиях как следствие научных достижений.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Математический анализ**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 7,0 зачетных единиц, 252 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Математический анализ» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-7: способностью к самоорганизации и самообразованию

ОПК-1: способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-2: способностью применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Множества. Функции: способы задания, характеристики поведения. Пределы: предел последовательности, предел функции, виды неопределенностей и способы их раскрытия, непрерывность функции и точки разрыва. Производная: основные правила дифференцирования, таблица производных, методы дифференцирования, дифференциал, правило Лопиталя, общая схема исследования функции. Неопределенный интеграл: первообразная, таблица основных неопределенных интегралов, методы и формулы интегрирования. Определенный интеграл: формула Ньютона-Лейбница, вычисление площадей плоских фигур, вычисление длины дуги, вычисление объемов методом поперечных сечений и тел вращения, несобственные интегралы. Дифференциальные уравнения (ДУ) 1-го порядка: с разделяющимися переменными, однородные, линейные, уравнение Бернулли, уравнение в полных дифференциалах. ДУ второго порядка: допускающие понижение порядка, линейные однородные и неоднородные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Линейные ДУ порядка выше второго. Функции нескольких переменных: частные производные и частные дифференциалы, полный дифференциал, касательная плоскость и нормаль к поверхности, экстремум функции двух переменных, условный экстремум, наибольшее и наименьшее значение функции в замкнутой области. Кратные и криволинейные интегралы. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, вычисление двойного интеграла, его приложения. Тройной интеграл: определение, геометрический смысл, вычисление тройного интеграла, его приложения. Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода: криволинейный интеграл 1-го рода: свойства, вычисление, применение, криволинейный интеграл 2-го рода: свойства, применение. Восстановление функции 2-х переменных по полному дифференциалу. Числовые ряды: определения, сходимость ряда, геометрическая прогрессия, ряд Дирихле, необходимый признак сходимости, достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов, знакочередующиеся и знакопеременные ряды, абсолютная и условная сходимость, признак Лейбница. Функциональные и степенные ряды: Определения, теорема Абеля, интервал и радиус сходимости степенного ряда, Ряды Тейлора и Маклорена, применение степенных рядов. Ряды Фурье: понятие, разложение функций в ряд Фурье по тригонометрической системе функций, теорема Дирихле, разложение в ряд Фурье функций произвольного периода.



**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Линейная алгебра и геометрия**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 4,0 зачетных единиц, 144 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Линейная алгебра и геометрия» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-7: способностью к самоорганизации и самообразованию

ОПК-1: способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-2: способностью применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Матрицы и операции над ними. Определители, вычисление, свойства. Обратные матрицы.

Системы линейных уравнений и методы их решения. Общее решение системы. Однородные системы.

Векторы, линейные операции. Базис пространства геометрических векторов. Разложение вектора по базису.

Скалярное произведение векторов и его свойства. Вычисление скалярного произведения в ортонормированном базисе. Приложения скалярного произведения.

Векторное произведение, свойства, вычисление, приложения.

Смешанное произведение, свойства, геометрический смысл, вычисление.

Прямая линия на плоскости, виды уравнений, расстояние от точки до прямой.

Плоскость, виды уравнений, угол между плоскостями.

Прямая линия в пространстве, виды уравнений.

Кривые второго порядка и их канонические уравнения.

Поверхности. Цилиндрические поверхности. Поверхности 2-го порядка и их канонические уравнения. Поверхности вращения.

Линейные векторные пространства. Евклидовы пространства. Ортогонализация базиса.

Линейные отображения. Линейные операторы. Связь матриц оператора в разных базисах.

Собственные векторы линейного оператора, свойства собственных векторов и собственных значений.

Квадратичные формы. Приведение к каноническому виду.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теория вероятностей и математическая статистика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-7: способностью к самоорганизации и самообразованию

ОПК-1: способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-2: способностью применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Элементарная теория вероятностей. Алгебра случайных событий. Классическое, геометрическое и аксиоматическое определения вероятности реализации случайного события. Теорема сложения вероятностей, монотонность. Условная вероятность. Теорема умножения. Независимые случайные события. Формула полной вероятности и формула Байеса. Формула Бернулли и следствия из нее.

Случайные величины. Скалярные случайные величины. Функции распределения и ее свойства. Дискретные случайные величины. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Непрерывные случайные величины. Плотность распределения вероятностей и ее основные свойства. Равномерное и нормальное распределения. Функция Лапласа. Многомерные случайные величины (случайные векторы). Функция распределения случайного вектора. Дискретные и непрерывные случайные векторы. Плотность распределения вероятностей непрерывного случайного вектора. Независимые случайные величины. Функция случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание. Дисперсия. Ковариация и коэффициент корреляции. Ковариационная матрица. Многомерный нормальный закон распределения. Основные теоремы теории вероятностей. Закон больших чисел и его основное содержание. Неравенства Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Центральная предельная теорема. Теорема Муавра–Лапласа.

Основные понятия математической статистики. Основная задача математической статистики. Случайная выборка и выборка для случайной величины. Выборочная характеристика и выборочный закон распределения. Требования, предъявляемые к точечным оценкам (несмещенность, эффективность, состоятельность). Метод максимального правдоподобия. Понятие интервальной оценки. Общая схема построения интервальных оценок. Построение интервальных оценок для параметров нормального распределения. Проверка статистических гипотез. Параметрические и непараметрические гипотезы. Анализ зависимостей между переменными величинами. Элементы корреляционного анализа. Элементы регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Химия**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 4,0 зачетных единиц, 144 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Химия» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-7: способность к самоорганизации и самообразованию

ОПК-1: способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

**Основное содержание дисциплины**

Основные понятия и стехиометрические законы химии. Классификация неорганических соединений. Строение атома и периодическая система химических элементов.

Химическая связь и строение вещества. Зависимость свойств кристаллических веществ от типа химической связи между частицами в кристаллах. Энергетика химических процессов. Химическая кинетика и равновесие. Растворы. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Окислительно-восстановительные реакции электрохимические превращения. Общие свойства металлов. Химические свойства отдельных элементов.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Термодинамика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 12,0 зачетных единиц, 432 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Термодинамика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

ПК-6: готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости

– **Основное содержание дисциплины**

**Основные понятия. Параметры и процессы:** Введение. Предмет термодинамика. Методы термодинамического исследования. Краткая историческая справка развития термодинамики. Основные исходные положения и понятия термодинамики: термодинамическая система, состояние системы. Макро и микросостояния, статистический вес, параметры состояния (внутренние и внешние, экстенсивные и интенсивные, термические и калорические). Уравнение состояния.  $P, V, T$  – поверхность. Термодинамические диаграммы. Тепловое равновесие, нулевое начало термодинамики. Эмпирическая и термодинамическая температуры. Термодинамический процесс изменения состояния. Квазистатические процессы. Обратимый процесс. Стационарный поточный процесс. Круговой процесс или цикл. Прямой и обратный круговые процессы.

**Первое начало термодинамики:** Первое начало термодинамики. Энергия, теплота, работа и их взаимные превращения. Внутренняя энергия. Уравнение первого начала термодинамики. Термодинамическая работа. Внешняя работа – механическая, трения. Закон сохранения энергии для движущихся систем. Располагаемая работа. Поточная система. Энтальпия. Теплоемкость идеального газа. Изохорная и изобарная теплоемкости, связь между ними. Уравнений Майера. Зависимость теплоемкости от температуры. Классическая теория теплоемкости. Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости. Квантово-механические основы теплоемкости.

**Газовые смеси:** Способы задания газовой смеси. Термическое уравнение состояния газовой смеси. Теплоемкость смеси газов. Энтропия газовой смеси. Процессы смешения.

**Второй закон термодинамики:** Энтропия и второй закон термодинамики. Применение первого и второго законов термодинамики к изолированным системам. Уравнения термодинамических процессов. Энтропия и энтальпия несжимаемой среды. Внутренняя энергия несжимаемой среды.  $T, s$  – диаграмма,  $i, s$  – диаграмма. Определение калорических параметров по уравнению состояния.

**Политропные процессы:** Теория политропных процессов. Понятие о политропном процессе. Вывод уравнения политропного процесса, его анализ. Взаимное расположение политропных процессов в  $P, V$  и  $T, s$  – диаграммах. Частные случаи политропных процессов. Изохорный процесс, изобарный процесс. Их особенности и расчетные зависимости. Изотермический процесс и адиабатный процесс. Термодинамика их расчета. Экспериментальные способы определения показателя политропы.

**Цикл Карно:** Термодинамика цикла Карно. Теорема Карно. Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Термодинамические температурные шкалы: логарифмическая,

Кельвина.

**Второе начало и необратимость преобразования энергии:** Энтропия, тепло и энергия диссипации. Необратимость процесса теплообмена. Перенос и производство энтропии. Диссипация энергии. Эксергия. Анергия. Трактовка первого и второго начал термодинамики с введением понятий об эксергии и анергии. Эксергия и анергия стационарной поточной системы. Потери эксергии, термодинамика их расчета. Диаграмма потоков эксергии и анергии. Эксергетический КПД.

**Термодинамика чистых веществ:** Термодинамические свойства чистых реальных веществ. Термическое уравнение состояния.  $P, V, T$  – поверхность.  $P, V$ -,  $P, T$ -,  $V, T$  – диаграммы. Опыты Эндрюса. Ван - Дер - Ваальсовский газ. Внутренняя энергия Ван – дер - Ваальсовского газа. Выражение критических параметров через коэффициенты  $a$  и  $b$ . Экспериментальные изотермы. Приведенное уравнение Ван-дер-Ваальса. Термическое уравнение состояния для жидкостей и газов. Условия равновесия в гетерогенной области. Свойства вещества в критическом состоянии.

**Влажный пар:** Влажный пар. Процесс парообразования. Параметры состояния в области насыщения. Правило «рычага». Процессы изменения состояния влажного пара (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный).  $i, s$  – диаграмма для пара. Таблиц состояния пара.

**Влажный воздух:** Влажный газ. Основные понятия и определения. Экстенсивные свойства влажного воздуха. Характерные особенности изменения состояния влажного воздуха.  $i, d$  - диаграмма влажного воздуха. Энтальпия влажного газа. Основные процессы изменения состояния влажного воздуха (охлаждения, адиабатного увлажнения, смешения). Процессы в конвективной сушилке. Смешение потоков влажного воздуха.

**Третье начало и элементы статистической термодинамики:** Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля температуры. Статистическая природа второго начала. Формула Больцмана. Статистическая формулировка второго и третьего начал. Состояние с отрицательной температурой. Флуктуации. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера – Планка. Броуновское движение.

**Дифференциальные уравнения термодинамики:** Основные математические методы. Уравнения Максвелла. Частные производные внутренней энергии и энтальпии. Теплоемкости.

**Техническая термодинамика:** Хронология истории теплоэнергетики. Классификация источников, преобразователей и потребителей энергии – энергетических установок. Источники и генераторы полезной энергии, эффективность источников энергии. Критерии энергетической эффективности. Эффект Джоуля-Томсона. Дифференциальный и интегральный дроссель-эффект. Термодинамика процесса сжатия в компрессоре. Индикаторная диаграмма сжатия в компрессоре. Поршневые двигатели. ДВС. Сравнение эффективности циклов ДВС. Газотурбинные установки. Цикл ВРД при сгорании по процессу  $P=\text{const}$ . Цикл ВРД при сгорании по процессу  $V=\text{const}$ . Регенеративный цикл ГТУ. Идеальный цикл ракетного двигателя. Цикл жидкостного ракетного двигателя. Паросиловые циклы. Идеальный паросиловой цикл Ренкина. Термодинамика цикла Ренкина. Цикл с промежуточным перегревом пара. Регенеративный цикл. Бинарные циклы. Цикл парогазовых установок. Теплофикационные циклы. Цикл термоэлектрической установки. Цикл МГД- установки. Тепловой насос. Энтропийный метод расчета потерь работоспособности. Энтропийные диаграммы. Эксергетический метод анализа. Эксергетические диаграммы.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Тепломассообмен**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 6,0 зачетных единиц, 216 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Тепломассообмен» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

ПК-6: готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости

– **Основное содержание дисциплины**

Теплопроводность: теплопроводность; уравнение теплопроводности; численные методы решения задачи теплопроводности; стационарная теплопроводность; нестационарная теплопроводность; нелинейные задачи теплопроводности. Конвективный тепломассообмен: основные уравнения; уравнения переноса в приближении пограничного слоя и узкого канала; конвективный теплоперенос при ламинарном течении жидкости в трубе; автомодельные решения уравнений пограничного слоя; диффузия в двухкомпонентной смеси в пограничном слое; методы решения неавтомодельных задач разложением по автомодельным функциям; теплообмен цилиндра при поперечном обтекании при малых числах Рейнольдса и Грасгофа; теплообмен в пленочных течениях; интегральные методы решения пограничного слоя. Лучистый теплообмен: введение; основные понятия и законы теплообмена излучением; теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; зональные методы расчета теплообмена излучением; теплообмен излучением в поглощающих, рассеивающих и излучающих средах; радиационно-кондуктивный и сложный теплообмен.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физика процессов горения**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 7,0 зачётных единиц, 252 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Физика процессов горения» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-6: готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости

– **Основное содержание дисциплины**

**Введение. Историческая справка развития науки о горении.** Топливо. Предмет физика процессов горения. Историческая справка развития науки о горении. Топливо. Общая характеристика топлива и его состав. Жидкое топливо. Авиационное топливо. Топливо ракетных двигателей. Теплота сгорания топлива. Условия сжигания топлива. **Основы теории горения.** Тепловые эффекты химических реакций. Основные положения химических превращений. Элементы химической кинетики. Зависимость скорости химической реакции от времени. Зависимость скорости химической реакции от давления. Зависимость скорости химической реакции от состава смеси. Зависимость скорости химической реакции от температуры при адиабатных условиях. Энергия активации и Закон Аррениуса. Применение Закона Аррениуса к анализу скоростей протекания мономолекулярных реакций. **Самовоспламенение. Тепловой и цепной механизмы.** Кинетика цепных реакций. Самовоспламенение. Тепловой взрыв. Элементарная теория теплового взрыва. Протекание объемной реакции в замкнутом сосуде. P, T – диаграмма теплового взрыва. Стационарная теория теплового взрыва. Нестационарная теория теплового взрыва. Период индукции химических реакций (период задержки самовоспламенения). Период индукции для цепных реакций. Период индукции для реакций, подчиняющихся уравнению Аррениуса. **Вынужденное воспламенение.** Вынужденное воспламенение. Воспламенение искровым разрядом. Воспламенение в пограничном слое. Тепловая теория вынужденного воспламенения. **Течения реагирующей газовой смеси.** Неравновесное течение реагирующей газовой смеси. Система уравнений для стационарного неравновесного плоского течения. Течение реагирующей смеси в пограничном слое вблизи твердой поверхности. **Распространение пламени в ламинарном потоке.** Условия распространения волны реакции горения и структура ламинарного фронта пламени. Распространение фронта пламени. Закон Михельсона. Распространение ламинарного пламени на примере горелки Бунзена. Сферическое распространение пламени. Эффект Махе. Подобие распределения температуры и концентрации во фронте ламинарного пламени. Теория нормального распространения пламени – теория Зельдовича-Франк-Каменецкого-Семёнова. Зависимость нормальной скорости горения от физических факторов. Граничные скорости распространения ламинарного пламени. **Распространение пламени в турбулентном потоке.** Распространение пламени в турбулентном потоке. Общие свойства турбулентных потоков. Параметры турбулентной зоны реакции горения. Модели турбулентного горения.

Поверхностная модель турбулентного горения. Объемная модель турбулентного горения – модель растянутого ламинарного пламени. Микрообъемная модель турбулентного горения. Критерии реализации различных механизмов горения в турбулентном потоке. Диаграмма Борги. **Стабилизация и смесеобразование.** Стабилизация пламени. Стабилизация пламени на границе зон обратных токов. Расчет стабилизации пламени на основе модели объемного изотермического реактора (ОиТР). Процессы распыла и смесеобразования. Распыл жидкого топлива. Испарение жидкого топлива. Смесеобразование в потоке. Образование загрязняющих веществ. Образование оксидов азота NOx в зоне горения. Термический механизм Я.Б. Зельдовича. Быстрое образование NO по механизму Фенимора. Влияние температуры и состава смеси на образование NOx. Преобразование топливного азота в NO. Методы снижения скорости образования NOx при горении органического топлива. Образование канцерогенных углеводородов при горении органических топлив. **Горение в закрученном потоке.** Горение в закрученном потоке. Способы оценки интенсивности закрутки потока. Интенсификация процессов горения закруткой потока. Подобие процессов в закрученном потоке с горением. Горение в вихревых противоточных горелках. Горелка Шоппе. Камеры сгорания газотурбинных двигателей.



**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Химическая термодинамика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетные единицы, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Химическая термодинамика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-1: способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

При изучении курса химической термодинамики студенты осваивают термодинамический метод, позволяющий теоретически определять: возможности протекания процессов, химических реакций; выход продуктов в зависимости от условий проведения.

Современное развитие науки и техники требует все более глубокого изучения механизма сложных процессов, происходящих в теплоэнергетических установках различного типа. В технической термодинамике при изучении процесса превращения теплоты в механическую работу принимают, что рабочее тело, с помощью которого оно осуществляется, не претерпевает каких-либо химических превращений. В современной теплотехнике большое место занимают вопросы, связанные с изучением процессов, сопровождающихся химическими реакциями (горением, диссоциацией, ионизацией и т.д.). В связи с этим углубление знаний студентов в области химической термодинамики имеет большое значение.

Цель дисциплины – применение теоретических основ классической термодинамики к химическим процессам, а также формирования у студентов знаний и умений, позволяющих моделировать и проводить численные расчеты при описании различных видов химических и фазовых равновесий.

Задачи дисциплины:

-раскрыть роль термодинамики при описании макроскопических многокомпонентных систем, сформулировать основные задачи, решаемые термодинамическим методом при рассмотрении химических, фазовых равновесий;

-рассмотреть основные экспериментальные закономерности по теплоемкости веществ, теплотам химических реакций, применение законов термодинамики к химическим процессам, представить в виде математических уравнений

основные термодинамические законы и особенности их использования при описании химических процессов и явлений, протекающих в многокомпонентных системах;

-рассмотреть основные методы экспериментального и теоретического исследования химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах, использование термодинамического метода в химических технологиях.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Спецглавы по физике**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Спецглавы по физике» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-1: способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ПК-4: способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

ПК-5: готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

**Основное содержание дисциплины**

Кинетические основы газового и жидкого состояния веществ – их молекулярная структура. Основное уравнение кинетической теории идеальных газов, уравнение состояния для идеального газа, термический коэффициент давления для данного газа, коэффициентом теплового расширения, связь между температурой  $T$  и средней кинетической энергии поступательного движения молекул. Основные газовые законы: Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Паскаля, Авагадро, Дальтона. Теплоемкость газа с позиции молекулярно-кинетической теории строения вещества для газов. Распределение молекул по скорости движения – распределение Максвелла. Распределение молекул по энергиям. Уравнение состояния вещества для газообразной и жидкой фаз. Теория теплоемкости для газов и жидкости. Поверхностные явления и их молекулярно-кинетическая интерпретация. Явления переноса.

Структура твердых тел. Тепловое движение в кристаллах. Уравнение состояния твердых тел. Теплоемкость твердых тел и основы её теории. Влияние квантовых закономерностей на энергетическое распределение молекул и атомов по скоростям, закон распределения Ферми – Дирака.

Свет как тепловое излучение, процессы излучения и поглощения, плотность излучения. Яркость и излучательная способность. Плотность излучения. Закон Кирхгофа. Фотонная гипотеза. Давление излучения. Зависимость плотности излучения от температуры и длины волны. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Закон излучения Релея-Джинса. Закон излучения Планка.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Техническая механика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 2,0 зачетные единицы, 72 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Техническая механика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ПК-4: способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

– **Основное содержание дисциплины**

Основные положения механики: статика, кинематика, динамика твердого тела: изучение равновесия тел, законов движения и параметров, обеспечивающих исследование равновесия тел в различных условиях.

Основные инженерные модели сплошной среды: однородность, идеальная упругость, изотропия; основные гипотезы: принцип малости деформаций, принцип суперпозиции, схематизация нагрузок и геометрии тел. Основные принципы расчета на прочность, жесткость и устойчивость.

Понятие о напряжениях и деформациях, их взаимосвязи.

Основные сведения теории напряженно-деформированного состояния (НДС). Частные случаи, основные инженерные задачи исследования НДС.

Методы исследования механических свойств материалов, понятие о механических характеристиках современных материалов.

Простые случаи нагружения: растяжение-сжатие прямых брусьев, сдвиг, кручение круглых, некруглых и тонкостенных валов, чистый и поперечный изгиб. Основные закономерности расчета напряжений, деформаций и перемещений при простых нагружениях. Постановка и решение проверочных и конструкторских задач.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы теории прочности в элементах конструкции авиационных и энергетических двигателей

#### Направление подготовки бакалавров

#### 16.03.01 Техническая физика

Общая трудоемкость дисциплины: 6,0 зачетных единиц, 216 часов.

#### Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Основы теории прочности в элементах конструкции авиационных и энергетических двигателей» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ПК-14: способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров

#### Основное содержание дисциплины

**Сложное сопротивление:** Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие (изгиб и растяжение-сжатие). Изгиб с кручением.

**Потенциальная энергия и общие методы определения перемещений:** Потенциальная энергия в общем случае нагружения. Теоремы взаимности работ внешних сил и взаимности перемещений. Теорема Кастильяно и интеграл Мора.

**Статически определимые и неопределимые рамные конструкции:** Построение эпюр внутренних силовых факторов. Определение напряжений и перемещений. Статически неопределимые рамы. Метод сил раскрытия статической неопределимости. Канонические уравнения метода сил.

**Устойчивость упругих систем:** Понятие об устойчивости упругих систем. Критическая сила. Задача Эйлера. Учет условий закрепления стержня. Расчет на устойчивость за пределами упругости. Полный график критических напряжений. Формула Ясинского. Продольно-поперечный изгиб. Особенности решения. Приближенный энергетический метод определения критической силы.

**Прочность при циклически изменяемой нагрузке:** Особенности усталостного разрушения. Характеристики циклов. Кривая Велера. Длительный и ограниченный пределы выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости деталей. Диаграмма предельных амплитуд напряжений. Схематизация диаграммы. Определение коэффициента запаса прочности при циклических напряжениях.

**Тонкостенные осесимметричные оболочки:** Тонкостенные осесимметричные оболочки (безмоментная теория). Формула Лапласа. Осесимметричные цилиндрические оболочки (моментная теория). Граничные условия. Определение напряжений и перемещений.

**Основы расчета за пределами упругости (расчет по предельным нагрузкам):** Модели упруго-пластических материалов, их математическое описание. Расчет по предельным нагрузкам статически неопределимых систем на растяжение-сжатие. Расчеты по предельным нагрузкам при кручении и изгибе. Понятие об остаточных напряжениях.

**Расчеты при динамических нагрузках:** Принципы решения задач динамики. Задачи динамики, приводимые к задачам статики. Ударное действие нагрузок. Решение задач без учета и с учетом массы ударяемой системы. Учет распределенной массы ударяемой системы.

**Основы теории прочности ГТУ:** Типы газотурбинных установок. Их составные части и основные параметры. Тип нагрузок, приложенных к узлам и деталям газотурбинной установки. Определение нагрузок. Понятие об узлах крепления ГТУ. Расчет нагрузок на узлы крепления. Расчет нагрузок на силовые корпуса. Понятие о силовом поясе и его конструкции. Расчет усилий и напряжений в силовом поясе. Понятие о силовом

шпангоуте. Расчёт на прочность. Метод элементарных нагрузок и суперпозиций. Расчёт корпусов (цилиндрических, конических) на статическую прочность. Особенности оценки прочности деталей горячей части. Понятие длительной прочности. Основные материалы, применяемые для изготовления деталей ГТУ. Расчёт валов (изгиб, растяжение). Понятие о критических частотах вращения ротора и формах колебания. Расчёт дисков на прочность. Расчёт пазов под лопатки. Рабочие лопатки турбины и компрессора. Материалы. Расчёт на статическую прочность. Вибрации лопаток. Диаграмма Кэмбелла. Тензометрирование рабочих лопаток. Предел усталости. Обязательные прочностные испытания ГТУ и его узлов.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Математические методы в теплофизике и теплоэнергетике**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 6,0 зачетных единиц, 216 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Математические методы в теплофизике и теплоэнергетике» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

**ОПК-1:** способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

**ОПК-2:** способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

**ПК-4:** способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

**Основное содержание дисциплины**

**Теория поля.**

Элементы линейной алгебры. Дифференциальные операции векторного анализа. Криволинейные координаты.

**Уравнения математической физики.**

Уравнения математической физики. Уравнение теплопроводности. Метод разделения переменных. Специальные функции. Метод интегральных преобразований.

**Математическое моделирование.**

Численное решение нелинейных алгебраических уравнений, систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Численное интегрирование. Численное решение дифференциальных уравнений. Интерполяция и приближение функций.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электротехника и электроника**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Электротехника и электроника» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способностью самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-14: способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров

– **Основное содержание дисциплины**

Электрическая цепь. Законы электрических цепей.

Расчет цепей методом эквивалентных преобразований. Расчет цепей методом непосредственного использования законов Ома и Кирхгофа.

Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод преобразования треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду. Метод эквивалентного генератора. Переменный ток и его параметры. Виды сопротивлений переменного тока. Колебательные цепи.

Трехфазные источники и приемники электрической энергии. Расчет трехфазных электрических цепей.

Электростатическое поле, электрическое и магнитное поле постоянного тока. Электромагнитное поле.

Принцип действия и область применения трансформатора.

Потери и КПД трансформатора.

Классификация электрических машин.

Полупроводниковые резисторы. Полупроводниковые диоды.

Тиристоры. Полевые и биполярные транзисторы.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Материаловедение и ТКМ**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Материаловедение и ТКМ» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ПК-4: способностью применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

ПК-5: готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Роль материала и его характеристик в обеспечении эксплуатации изделий. Основные этапы жизненного цикла изделия. Общая классификация материалов по природе, назначению и областям применения. Проблемы выбора и применения материалов. Основные понятия о механических, физических, химических свойствах, технологических и эксплуатационных характеристиках материалов. Методы исследования и контроля структуры и свойств металлов и сплавов. Кристаллическое строение металлов. Дефекты кристаллического строения и влияние их на свойства. Пути повышения прочности металлов. Кристаллизация металлов и сплавов. Деформация и разрушение металлов. Виды напряжений. Теория сплавов. Компоненты; фазы; структура сплавов. Типы диаграмм состояния. Прогнозирование комплекса механических и технологических свойств сплава по диаграммам состояния. Диаграмма состояния железо-углерод.

Основы теории термической обработки. Назначение термической обработки и ее место в производственном цикле изделия. Структурные и фазовые превращения, протекающие при термообработке. Основные виды термической и химико-термической обработки.

Стали. Классификация сталей. Маркировка. Химический состав, термическая обработка, структура, свойства и применение основных групп. Стали и сплавы со специальными свойствами: высокопрочные, коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные стали. Серые, ковкие и высокопрочные чугуны, химический состав, структура, свойства, получение, маркировка и применение. Цветные металлы и сплавы (алюминиевые, магниевые, титановые, медные сплавы, никелевые) и их термическая обработка. Неметаллические и композиционные материалы.

Основы металлургического производства. Принципы получения металлов из руд. Основные стадии металлургического производства. Производство чугуна и стали. Повышение качества металлов и сплавов. Основы обработки металлов давлением. Основы литейного производства. Основные классификационные признаки сварки и соответствующие им виды сварки металлов. Обработка металлов резанием.



**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Инженерная и компьютерная графика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 7,0 зачетных единиц, 252 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-4: способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ОПК-5: владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, способностью самостоятельно работать на компьютере в средах современных операционных систем и наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики

ОПК-6: способностью работать с распределенными базами данных, работать с информацией в глобальных компьютерных сетях, применяя современные образовательные и информационные технологии

– **Основное содержание дисциплины**

Геометрическое моделирование и инженерная компьютерная графика. Решение задач инженерной графики средствами компьютерной графики. Электронные геометрические модели изделий.

Стандарты единой системы конструкторской документации. Оформление чертежей. Форматы. Масштабы. Линии. Шрифты. Основная надпись. Нанесение размеров.

АксонOMETрические проекции.

Основные правила выполнения изображений. Виды. Разрезы. Сечения. Условности и упрощения.

Надписи и обозначения на чертежах. Изображения и обозначения элементов деталей. Комплексный чертёж Монжа. Комплексный чертёж точки, линии, многогранника, поверхности.

Взаимное положение точек, прямых и плоскостей. Условие видимости на комплексном чертеже.

Поверхности. Классификация. Определитель, каркас и очерк. Построение линий и точек на поверхности. Пересечение поверхностей.

Отображение геометрических моделей в чертеже. Соединения деталей. Изображение, обозначение и основные параметры резьбы.

Стадии разработки конструкторской документации. Чертежи деталей, сборочный чертёж и спецификация изделия.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Метрология и теплофизический эксперимент**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 6,0 зачетных единиц, 216 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Метрология и теплофизический эксперимент» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

ПК-4: способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

ПК-6: готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости

– **Основное содержание дисциплины**

**Раздел 1. «Введение в метрологию и теплофизический эксперимент»**

Раскрываются понятия метрологии и теплофизического эксперимента. Рассматриваются исторические аспекты метрологии. Даются определения математического, мысленного, технического и теплофизического эксперимента с примерами.

**Раздел 2. «Метрология – наука об измерениях»**

Дается определение метрологии как науки об измерениях. Рассматриваются термины и определения метрологии: физическая величина, единица физической величины, измерение, мера, эталон, погрешность, градуировка, калибровка. Изучаются системы единиц физических величин, определения и эталоны физических величин в системе СИ.

**Раздел 3. «Методология экспериментальных исследований»**

Рассматривается классификация экспериментальных исследований: натурные и модельные исследования, моделирование физических процессов. Изучается теория планирования эксперимента. Обработка экспериментальных данных рассматривается на основе метода обобщенных переменных.

**Раздел 4. «Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований»**

Изучаются методы измерений: прямые и косвенные, аналоговые и цифровые, непрерывные и дискретные, методы измерения по отклонению, компенсационный метод. Рассматриваются средства измерений, их технические и метрологические характеристики. Погрешности измерений. Классификация помех. Граница погрешности.

**Раздел 5. «Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ)»**

Дается понятие автоматизированной системы научных исследований (АСНИ). Рассматриваются технические и программные средства АСНИ, элементы АСНИ, принципы построения элементов АСНИ: Первичные преобразователи и датчики физических величин. Приводится классификация помех по месту возникновения: внешние, локальные, линий связи, внутренние, помехи общего и локального вида.

#### **Раздел 6. «Техника измерений в экспериментальных исследованиях»**

Рассматриваются способы измерений в теплофизическом эксперименте физических величин: давления, расхода, температуры. Изучаются измерительные приборы их принцип действия и устройство, техника их применения.

#### **Раздел 7. «Методы экспериментального изучения теплофизических свойств веществ»**

Дается классификация теплофизических свойств веществ. Рассматриваются экспериментальные методы термических, калорических, транспортных, оптических свойств веществ и соответствующая экспериментальная техника.

#### **Раздел 8. «Экспериментальные исследования в газовых потоках»**

Изучаются методы измерения параметров газовых потоков: полное и статическое давление, направление и скорость потока, температура потока. Рассмотрены пневмометрические и оптические методы, термоанемометр, лазерная анемометрия, лазер-доплеровский измеритель скоростей. Рассматривается понятие коэффициента восстановления температуры.

#### **Раздел 9. «Экспериментальное изучение процессов теплообмена»**

Рассматриваются способы создания тепловых потоков в теплофизическом эксперименте: электрический, жидкостный, парогазовый обогрев, жидкометаллический теплоноситель. Изучаются энтальпийные методы измерения тепловых потоков, электрометрический, пластинчатый, тонкопленочный датчики теплового потока. Обратные задачи теплопроводности (ОЗТ). Датчики теплового потока, реализующие методы решения ОЗТ. Градиентный метод. Методы, основанные на теории регулярного теплового режима. Метод аналогии процессов теплообмена, диффузии и массообмена.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Численные методы в теплофизике и теплоэнергетике**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 4,0 зачетные единицы, 144 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Численные методы в теплофизике и теплоэнергетике» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-4: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ОПК-5: владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, способностью самостоятельно работать на компьютере в средах современных операционных систем и наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

– **Основное содержание дисциплины**

***Введение в методы численного моделирования.***

Понятие о численных методах и математическом моделировании. Математическое моделирование. Численный метод. Алгоритм решения. Корректность и обусловленность вычислительной задачи. Виды вычислительных методов. Запись чисел в ЭВМ. Машинный ноль и машинная бесконечность, машинное эpsilon. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Постановка задачи, обусловленность системы линейных алгебраических уравнений, Метод Гаусса, метод LU-разложения, итерационные методы Якоби, Зейделя, метод прогонки. Методы решения систем нелинейных уравнений. Решение систем нелинейных уравнений методом простой итерации и методом Зейделя, метод Ньютона, нахождение комплексных корней уравнения  $F(z)=0$ . Численное интегрирование и численное дифференцирование. Задача численного интегрирования, Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, численное интегрирование по простейшим формулам (методы прямоугольников, трапеций), составные квадратурные формулы трапеций и Симпсона, метод «три восьмых»; квадратурные формулы Гаусса-Кристоффеля, вывод формул численного дифференцирования на основе разностного оператора, дифференцирование в случае неравноотстоящих узлов. Формулирование математической задачи. Типы и методы построения математических моделей. Уравнения для функций одного аргумента, задачи на экстремум с конечным числом степеней свободы.

***Модели, описывающие физические процессы при решении задач методами численного расчёта.***

LES и RANS подходы для расчёта аэродинамики течения. Уравнения Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости, векторная система уравнений. Модели турбулентности RANS в пакетах численного моделирования. Ламинарная модель, k-ε – модель, k-ω – модель, SST-модель, модель напряжений Рейнольдса BSL и их модификации. Модели теплообмена. Конвективный теплообмен, модели лучистого теплообмена: Monte-Carlo,

P1, Discret transfer, Rosseland. Модели горения в пакетах численного моделирования. Горение газообразного, жидкого и твёрдого топлива; Flamelet-модель горения, модель разрушения вихрей (EDM), LFM и BVM-модель. Типы и методы построения сеточных моделей. Тетрагональные сетки, гексагональные сетки, структурированные сетки, неструктурированные сетки, блочные сеточные модели. Методы верификации моделей расчёта. Методы верификации математических и сеточных моделей.

***Решение задач гидрогазодинамики методами численного моделирования.***

Постановка задачи гидрогазодинамики. Методы построения математической модели для решения задач гидрогазодинамики. Методы построения сеточной модели для решения задач гидрогазодинамики. Структурированные/неструктурированные сетки, сгущение сетки в присеночных областях, параметр  $y^+$ . Задание граничных условий и выбор моделей физических процессов. Дозвуковые/сверхзвуковые течения; модель турбулентности. Выбор параметров решателя для задач гидрогазодинамики. Обработка и верификация результатов. Построение полей параметров, построение графиков, построение векторных полей.

***Решение задач теплообмена методами численного моделирования.***

Виды задач теплообмена, решаемых численными методами. Теплообмен между двумя жидкими доменами, теплообмен между двумя твёрдыми доменами, теплообмен через твёрдую стенку. Постановка задачи теплообмена. Методы построения сеточных моделей и «склеивание» расчётных областей в различных задачах теплообмена. Задание граничных условий и выбор моделей физических процессов в зависимости от задачи теплообмена. Выбор параметров решателя для задач теплообмена. Обработка и верификация результатов. Построение полей параметров, построение графиков, построение векторных полей.

***Решение задач процессов горения методами численного моделирования.***

Постановка задачи горения. Методы построения математической модели для решения задач процессов горения. Методы построения сеточной модели для решения задач процессов гидрогазодинамики. Структурированные/неструктурированные сетки, сгущение сетки в присеночных областях, параметр  $y^+$ . Задание граничных условий и выбор моделей физических процессов. Выбор модели горения в зависимости от поставленной задачи. Выбор параметров решения задачи гидрогазодинамики. Обработка и верификация результатов. Построение полей параметров, построение графиков, построение векторных полей.

***Решение комбинированных задач методами численного моделирования.***

Постановка комбинированной задачи. Методы построения универсальных математических моделей для решения комбинированных задач. Методы построения универсальных сеточных моделей для решения комбинированных задач. Структурированные/неструктурированные сетки, сгущение сетки в пристеночных областях, параметр  $y^+$ . Задание граничных условий и выбор моделей физических процессов в комбинированных задачах. Выбор параметров решателя для комбинированных задач. Обработка и верификация результатов. Построение полей параметров, построение графиков, построение векторных полей.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Практикум по математике**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Практикум по математике» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-1: способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-2: способностью применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Комбинаторика. Комбинаторные формулы. Бином Ньютона, треугольник Паскаля. Элементы теории множеств. Законы алгебры множеств. Диаграммы Венна. Принцип двойственности. Декартово произведение множеств. Мощность множеств. Отношения. Разбиения и отношение эквивалентности. Классы эквивалентности. Отношения порядка. Частично и полностью упорядоченные множества. Максимальные, минимальные элементы. Диаграммы Хассе. Свойства отношений. Операции над отношениями. Функции и отображения. Виды функций: инъекция, сюръекция. Биекция и обратные функции. Композиция функций, свойства.

Алгебраическая, тригонометрическая и показательная форма комплексного числа. Формула Эйлера. Действия с комплексными числами. Формулы Муавра. Функции комплексной переменной. Элементарные функции комплексной переменной. Основные элементарные функции комплексной переменной. Функции  $\sin z$ ,  $\cos z$ ,  $\exp(z)$ , степенные, показательные функции, обратные функции.

Интерполяция и приближение. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Разделенные разности и интерполяционная формула Ньютона. Погрешность интерполяционных формул. Интерполяционные сплайны. Численное решение нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Ньютона и метод секущих. Методы на основе интерполяции. Проблема локализации корней.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Спецглавы по тепломассообмену**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетные единицы, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Спецглавы по тепломассообмену» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

– **Основное содержание дисциплины**

Расчет теплопроводности в твердых телах с тепловыделением. Расчет теплопроводности стержней и стенок с ребрами. Расчет нестационарной теплопроводности в плоских и цилиндрических телах. Расчет теплоотдачи при свободной конвекции в большом объеме. Расчет теплоотдачи при свободном движении вдоль вертикальной пластины (ламинарный и турбулентный режимы). Расчет теплоотдачи при свободной конвекции в малом объеме: шаровые, цилиндрические и плоские прослойки. Расчет теплоотдачи при ламинарном и турбулентном обтекании пластины. Расчет теплоотдачи при ламинарном течении жидкости в вертикальных и горизонтальных трубах. Расчет теплоотдачи при турбулентном и переходном режимах. Расчет теплоотдачи в каналах некруглого поперечного сечения. Расчет теплоотдачи при вынужденном поперечном омывании труб и пучков труб. Расчет теплоотдачи при пленочной конденсации неподвижного пара. Расчет теплоотдачи при конденсации движущегося пара внутри труб. Расчет теплоотдачи при конденсации движущегося пара на пучках труб. Расчет теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости в условиях свободного движения. Расчет теплоотдачи при кипении жидкости внутри труб. Расчет теплообмена излучением между плоскопараллельными поверхностями, между телом и оболочкой. Расчет лучистого теплообмена между газом и его оболочкой. Расчет тепло- и массоотдачи при испарении воды в воздух. Расчет тепло- и массоотдачи при конденсации из парогазовой среды. Расчет тепло- и массоотдачи при стационарном испарении капли.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Компрессоры, вентиляторы, насосы**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Компрессоры, вентиляторы, насосы» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-14: способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров

– **Основное содержание дисциплины**

Виды компрессорных машин.

Лопастные компрессоры. Особенности регулирования лопастных компрессоров. Центробежные компрессоры. Принцип действия и устройство. Осевые компрессоры. Принцип действия и устройство. Поршневые и роторные компрессоры. Принцип действия и устройство.

Термодинамика компрессорного процесса. Мощность и КПД компрессора. Рабочий процесс в динамическом компрессоре. Внутренний политропный КПД нехлаждаемого компрессора. Рабочий процесс в цилиндре компрессора. Объемный расход газа на входе одноступенчатого компрессора. Мощность одноступенчатого компрессора. Мощность компрессора при ступенчатом сжатии. Промежуточные давления и температуры. Основы расчета ступени центробежного компрессора. Основы расчета осевого компрессора. Расчет основных размеров ступеней компрессора.



**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теоретическая физика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 6,0 зачетных единиц, 216 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Теоретическая физика» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-1: способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности.

**Основное содержание дисциплины**

Аналитическая механика: Математический аппарат аналитической механики. Принцип наименьшего действия. Законы сохранения. Канонические переменные.

Электродинамика: Уравнения Максвелла. Теория излучения. Движение частиц в электромагнитных полях.

Теория относительности: Специальная теория относительности. Общая теория относительности.

Квантовая механика: Принципы квантовой механики. Уравнение Шредингера. Математический аппарат квантовой механики. Физика элементарных частиц.

Статистическая физика: Основные принципы статистики. Распределение Гиббса. Статистическая теория идеального газа.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Тепловые двигатели и энергетические установки**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единиц, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Тепловые двигатели и энергетические установки» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ПК-14: способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров

– **Основное содержание дисциплины**

Введение. Энергетика в контексте с развитием общества. Структура мирового энергетического баланса. Топливо–энергетические ресурсы и их использование.

Классификация двигателей и энергетических установок. Паротурбинная установка. Газотурбинная установка. Тепловые турбомашины.

Паровые турбины – особенности конструкции. Схемы роторов. Газотурбинные установки и двигатели.

Холодильные машины. Принцип действия. Циклы холодильных машин. Холодопроизводительность.

Термодинамическое совершенство реальных холодильных и криогенных установок. Криостатирование. Охлаждение и ожижение газов.

Энтропийный и эксергетический анализ. Эксергетические и энтропийные диаграммы энергетических машин и установок.

Паротурбинные установки на органическом топливе. Регенеративные отборы пара. ГТУ замкнутого цикла. Комбинированные установки. Принципиальные схемы парогазовых и газопаровых установок.

Проблемы развития энергетических машин и установок. Основные потребители тепловой и электрической энергии. Тепловые электрические станции (ТЭС). Электростанции с комбинированной выработкой тепла и электроэнергии (ТЭЦ).

Влияние работы энергетических машин и установок на окружающую среду. Пути повышения эффективности энергетических машин и установок.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Механика жидкости и газа**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 12,0 зачетных единиц, 432 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-1: способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Основные понятия и уравнения газовой динамики. Законы сохранения массы, импульса и энергии.

Основные уравнения одномерного движения. Скорость звука. Различные формы уравнения энергии. Предельная скорость в газе. Параметры торможения. Число Маха. Параметры течения в произвольном сечении трубки тока. Изменение скорости вдоль трубки тока. Приведенный расход. Газодинамические функции одномерного адиабатического потока.

Газодинамическое подобие. Осреднение параметров неравномерного потока.

Контур для определения реактивных сил. Применение уравнения импульса к выделенному контуру. Реактивная сила. Схема реактивного двигателя.

Общие условия перехода от дозвукового течения к сверхзвуковому. Уравнение Вулиса.

Геометрическое, расходное, механическое и тепловое сопла.

Образование скачков уплотнения. Изменение параметров потока в прямом и косом скачке уплотнения. Ударная адиабата. Потери в скачках уплотнения. Пересечение скачков.

Необратимость процесса движения вязкой жидкости и её температура торможения.

Основные уравнения одномерного течения газа при наличии трения.

Основные понятия и уравнения. Условные толщины и интегральные соотношения для пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Турбулентный пограничный слой.

Сопротивление тел при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях. Сопротивление плохообтекаемых тел в потоке газа. Кризис сопротивления.

Движение газа в криволинейных каналах. Вращающиеся потоки вязкого газа.

Истечение газа из суживающихся сопел и отверстий.

Движение газа в диффузорах. Сверхзвуковые диффузоры.

Назначение и принцип работы газового эжектора. Расчет газового эжектора.

Основные свойства капельных жидкостей. Силы действующие на жидкости.

Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики.

Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Пьезометрическая высота. Вакуум.

Измерение давления жидкости. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Закон Архимеда.

Подходы к описанию движения жидкости. Линия тока. Трубка тока. Траектория движения. Струя. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости.

Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью. Вращение сосуда с жидкостью.

Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Энергетический смысл уравнения Бернулли. Дифференциальные уравнения движения жидкости.

Уравнение Бернулли для потока реальной вязкой жидкости. Сила реакции струи.

Напорная и пьезометрическая линии. Примеры использования уравнения Бернулли в

технике.

Режимы течения жидкости. Теория ламинарного течения в круглых трубах. Ламинарное течение жидкости. Начальный участок ламинарного течения. Ламинарное течение в зазоре между двумя стенками и в прямоугольных трубах. Течение Куэтта.

Турбулентное равномерное движение жидкости в трубах. Распределение скорости по сечению трубы. Потери напора при турбулентном режиме течения.

Касательное напряжение трения при турбулентном движении. Зависимости для расчета турбулентного течения жидкости в трубах. Турбулентное течение в шероховатых и некруглых трубах.

Гидравлические потери на трение. Общие сведения о местных сопротивлениях.

Внезапное расширение русла. Постепенное расширение русла. Внезапное сужение русла. Поворот русла.

Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение при несовершенном сжатии. Истечение под уровень.

Истечение через насадки при постоянном напоре. Влияние вязкости жидкости на истечение из отверстий. Истечение жидкости при переменном напоре. Влияние поверхностного натяжения и воронкообразования на истечении жидкости из отверстий.

Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых трубопроводов.

Сложные трубопроводы. Трубопроводы с насосной подачей жидкости. Расчет трубопроводов. Влияние срока службы трубопроводов на их гидравлическое сопротивление. Понятие о движении двухфазных потоков в трубах.

Общие сведения о струйных течениях. Затопленная свободная струя. Гидравлический удар. Водосливы. Бьефы.

Лопастные насосы. Вихревые и струйные насосы. Поршневые насосы. Роторные и роторно-поршневые гидромашинны.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Практические занятия по физической культуре (общая группа)**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 0,0 зачетных единиц, 342 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Практические занятия по физической культуре (общая группа)» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-8: способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

Содержанием дисциплины для 1 семестра являются школьные нормативы, которые формируют основу для освоения учебной программы по ФК со 2 по 6 семестр.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Практические занятия по физической культуре (спец.группа А)**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 0,0 зачетных единиц, 342 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Практические занятия по физической культуре (спец.группа)» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-8: способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

- приобретение необходимых и допустимых для студентов профессионально-прикладных и жизненно важных двигательных умений, навыков и качеств;
- адаптация организма к воздействию физических нагрузок, расширение диапазона функциональных возможностей физиологических систем организма;
- формирование волевых качеств личности и интереса к регулярным занятиям физической культурой;
- воспитание сознательного и активного отношения к ценности здоровья и здоровому образу жизни;
- овладение комплексами упражнений, благоприятно воздействующими на состояние организма обучающегося, с учетом имеющегося у него заболевания;
- обучение правилам подбора, выполнения и самостоятельного формирования комплекса упражнений утренней гигиенической гимнастики с учетом рекомендаций врача и педагога;

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Практические занятия по физической культуре (спец.группа Б)**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 0,0 зачетных единиц, 342 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Практические занятия по физической культуре (спец.группа Б)- сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОК-8: способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

- приобретение необходимых и допустимых для студентов профессионально-прикладных и жизненно важных двигательных умений, навыков и качеств;
- адаптация организма к воздействию физических нагрузок, расширение диапазона функциональных возможностей физиологических систем организма;
- формирование волевых качеств личности и интереса к регулярным занятиям физической культурой;
- воспитание сознательного и активного отношения к ценности здоровья и здоровому образу жизни;
- овладение комплексами упражнений, благоприятно воздействующими на состояние организма обучающегося, с учетом имеющегося у него заболевания;
- обучение правилам подбора, выполнения и самостоятельного формирования комплекса упражнений утренней гигиенической гимнастики с учетом рекомендаций врача и педагога;

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СНИР в области решения задач теплофизики и теоретической теплотехники**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «СНИР в области решения задач теплофизики и теоретической теплотехники» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности;

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов.

– **Основное содержание дисциплины**

**Основы математического моделирования задач теплофизики:** Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Понятие математической модели. Основные принципы моделирования. Области применения математического моделирования.

**Этапы и цели математического моделирования:** Постановка задачи. Разработка концептуальной модели. Формализация моделей. Планирование и проведение компьютерного эксперимента. Анализ и интерпретация результатов.

**Основы систем автоматизированного проектирования:** Подходы к проектированию на основе компьютерных технологий. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. Обзор программ инженерного анализа.

**Методы построения сеточных моделей, дискретизация граничных условий:** Методы дискретизации дифференциальных уравнений. Методы построения сеточной модели. Структурированные / неструктурированные сетки, блочные сеточные модели, сгущение сетки в пристеночных областях, параметр  $y^+$ . Дискретизация и типы граничных условий. Особенности решения задач в стационарной и нестационарной постановке.

**Модели, описывающие физические процессы в компьютерном моделировании:** LES и RANS подходы для расчёта аэродинамики течения. Уравнения Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости, векторная система уравнений. Модели турбулентности RANS. Ламинарная модель,  $k-\varepsilon$  – модель,  $k-\omega$  – модель, SST-модель, модель напряжений Рейнольдса BSL и их модификации. Модели теплообмена. Конвективный теплообмен, модели лучистого теплообмена: Monte-Carlo, P1, Discret transfer, Rosseland. Модели горения. Горение газообразного, жидкого и твёрдого топлива; Flamelet-модель горения, модель разрушения вихрей (EDM), LFM и BVM-модель.

**Обзор пакетов программ компьютерного моделирования:** Обзор современных пакетов газодинамических расчетов. Обзор программ проектирования энергетических объектов и их элементов, проектирования инженерных сетей.



**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СНИР в области компьютерного моделирования задач теплофизики**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «СНИР в области компьютерного моделирования задач теплофизики» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-4: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ОПК-5: владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, способностью самостоятельно работать на компьютере в средах современных операционных систем и наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики

– **Основное содержание дисциплины**

**Введение в методы компьютерного моделирования:** Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Понятие компьютерной модели. Основные принципы моделирования. Области применения компьютерного моделирования.

**Этапы и цели компьютерного моделирования:** Постановка задачи. Разработка концептуальной модели. Формализация моделей. Планирование и проведение компьютерного эксперимента. Анализ и интерпретация результатов.

**Основы систем автоматизированного проектирования:** Подходы к проектированию на основе компьютерных технологий. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. Обзор программ инженерного анализа.

**Методы дискретизации. Типы сеток:** Методы дискретизации дифференциальных уравнений. Методы построения сеточной модели. Структурированные / неструктурированные сетки, блочные сеточные модели, сгущение сетки в пристеночных областях, параметр  $y^+$ . Дискретизация и типы граничных условий.

**Модели, описывающие физические процессы в компьютерном моделировании:** LES и RANS подходы для расчёта аэродинамики течения. Уравнения Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости, векторная система уравнений. Модели турбулентности RANS. Ламинарная модель,  $k-\varepsilon$  – модель,  $k-\omega$  – модель, SST-модель, модель напряжений Рейнольдса BSL и их модификации. Модели теплообмена. Конвективный теплообмен, модели лучистого теплообмена: Monte-Carlo, P1, Discret transfer, Rosseland. Модели горения. Горение газообразного, жидкого и твёрдого топлива; Flamelet-модель горения, модель разрушения вихрей (EDM), LFM и BVM-модель.

**Обзор пакетов программ компьютерного моделирования:** Обзор современных пакетов газодинамических расчетов. Обзор программ проектирования энергетических объектов и их элементов

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СНИР по процессам горения и горелочным устройствам**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетных единицы, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «СНИР по процессам горения и горелочным устройствам» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

– **Основное содержание дисциплины**

**Основное содержание дисциплины. Введение. Характеристики органического топлива.** Характеристики и общие вопросы теории горения, основные свойства твердых, жидких и газообразных топлив. **Общие вопросы теории горения.** Основы газодинамики. Методы определения параметров газового потока. Коэффициент стехиометрического соотношения компонентов, температура, тепловыделение. Основы теплообмена, конвективный и радиационный теплообмен. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей. Пределы распространения пламени. Изотермическая и неизотермическая турбулентная струя. Турбулентная диффузия. Термодиффузия. Равновесный состав продуктов сгорания. **Сжигание газообразного и жидкого топлива.** Сжигание газообразного и жидкого топлива. Основные системы газоподготовки. Системы контроля, поддержания давления, системы защиты. Техника безопасности. Сжигание газообразного топлива с низкой теплотой и высокой теплотой сгорания. Топки. Эксплуатация и расчетные характеристики. **Технологические схемы сжигания твердого топлива** Горение пылеугольного факела в топках парогенераторов. Технологические схемы. Горение пылеугольного факела в топках парогенераторов. Основные схемы пылеприготовления. Сушка и размол. Математическая модель горения угольной пыли. Выбор и расчетные характеристики топок для сжигания угольной пыли. Пофракционный расчет выгорания полидисперсной пыли в факеле. Основные условия интенсификации сжигания пылевидных топлив. **Конструкции горелочных устройств,** основы их регулирования и обслуживания. Распределительные устройства горелок. Устройства: организации зон горения, розжига, защиты, систем контроля. Системы теплозащиты элементов горелок. Эффективность сжигания топлива в развитии новых топливосжигающих устройств. **Методы диагностики горелочных устройств.** Методы диагностики горелочных устройств, теплозащиты, вспомогательного оборудования. Диагностика по составу продуктов сгорания. Системы диагностики по излучающей способности факела. Тепловизионная диагностика систем теплозащиты. Системы определения качества распыла. Системы диагностики вспомогательного и регулирующего оборудования. Экологические проблемы.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СНИР по энергосбережению**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 3,0 зачетные единицы, 108 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «СНИР по энергосбережению» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

**Основное содержание дисциплины**

**Энергосбережение в теплоэнергетике.**

Проблематика энергосбережения и энергоснабжения. Программы энергосбережения РФ. Нормативно-методическое обеспечение энергосбережения. Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. Стимулы, потенциал и актуальность энергосбережения в ЖКХ. Вторичные энергоресурсы.

**Общие теплотехнические характеристики инженерных систем зданий и сооружений**

Энергетический и тепловой баланс здания. Тепловая изоляция зданий и сооружений. Изоляционные характеристики остекления. Бытовые приборы регулирования и учета потребляемых энергоресурсов.

**Проведение энергообследования (энергоаудита) предприятий и организаций.**

Организация энергетических обследований. Виды энергетического аудита. Организация энергетического менеджмента на предприятии. Оценка экономической эффективности энергосберегающих проектов. Виды рисков энергосберегающих инвестиционных проектов.

**Разработка и внедрение мероприятий по энергосбережению.**

Основные организационные и технические мероприятия энергосбережения. Повышение эффективности систем отопления. Автономные энергоустановки. Энергосбережение в системах электрического освещения. Эффективное использование электробытовых приборов.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СНИР по особенностям теплофизики закрученных потоков**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «СНИР по особенностям теплофизики закрученных потоков» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

– **Основное содержание дисциплины**

Физические особенности турбулентных закрученных потоков. Оценка эффективности закрутки потока. Способы и устройства организации закрутки потока. Характерные особенности закрученных течений. Структура течения и гидравлическое сопротивление закрученных потоков. Течение закрученного потока в цилиндрическом канале.

Характерные области закрученного течения по длине канала. Особенности течения вблизи завихрителя. Структура закрученного потока на основном участке. Связь структуры закрученного потока с интенсивностью закрутки. Результаты обобщения опытных данных по структуре потока. Интегральные характеристики закрученного потока. Область пристенного течения закрученного потока. Влияние граничных и геометрических условий на характеристики закрученного потока. Микроструктура закрученного течения. Гидравлические характеристики закрученных потоков. Теплоотдача закрученных потоков. Особенности процесс теплоотдачи в закрученных потоках. Теплоотдача в коротких каналах. Теплоотдача закрученного потока при местной закрутке потока. Теплоотдача закрученного потока с распределенной по длине закруткой потока. Теплоотдача закрученного потока к боковой поверхности камеры энергоразделения вихревой трубы. Двухфазные закрученные течения. Особенности массоотдачи в закрученном потоке. Аналогия процессов тепло и массообмена. Закон массообмена для закрученных течений. Уравнения подобия для закрученных течений. Основы численного моделирования гидродинамики и теплообмена однофазных закрученных потоков. Лагранжев и Эйлеров подход к описанию двухфазных течений. Модели описывающие взаимодействие фаз. Моделирование процессов кипения и конденсации. Методы экспериментального исследования закрученных потоков. Особенности экспериментального исследования потоков в полях массовых сил. Бесконтактные методы изучения структуры трехмерных потоков. Методы определения коэффициентов теплоотдачи. Измерение давления и температуры в потоках.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СНИР по вихревой технике**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «СНИР по вихревой технике» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

– **Основное содержание дисциплины**

Формирование течений с закруткой и их особенности. Оценка эффективности закрутки потока. Способы и устройства организации закрутки потока. Характерные особенности закрученных течений. Устройство вихревой трубы и принцип ее действия. Экспериментальные характеристики вихревых труб. Влияние конструкции трубы и геометрии проточной части на ее характеристики. Анализ физико-математических моделей эффекта энергетического разделения в вихревых трубах Ранка – Хилша. Структура потока в камере энергоразделения вихревой трубы. Распределение термогазодинамических параметров в камере энергоразделения вихревой трубы. Неустойчивость течения в вихревой трубе. Связь турбулентности закрученного потока в вихревой трубе с характеристиками процесса энергоразделения. Характеристики вихревых труб и методы их расчета. Расчет вихревых труб с дополнительным потоком. Обобщенная методика расчета вихревых труб с использованием критериальных уравнений. Методика расчета вихревых труб с использованием номограмм. Неадиабатные вихревые трубы. Вихревые трубы с отводом тепла от камеры энергоразделения. Вихревые трубы с внутренним оребрением камеры энергоразделения. Вихревые трубы с подогревом камеры энергоразделения. Теплоотдача закрученного потока к боковой поверхности камеры энергоразделения вихревой трубы. Вихревые трубы в системах термостатирования и кондиционирования. Вихревые охладители и термостаты. Вихревые трубы в системах кондиционирования. Вихревые трубы в системах охлаждения лопаток ГТД. Вихревые эжекторы и вакуум-насосы. Вихревые противоточные горелочные устройства. Вихревые трубы в системах очистки и ожижения газов.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Семинар по теории пограничного слоя**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 2,0 зачетные единицы, 72 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Семинар по теории пограничного слоя» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов.

– **Основное содержание дисциплины**

Определение пограничного слоя. Основные свойства пограничного слоя.

Дифференциальное уравнение пограничного слоя Прандтля. Приближенные решения уравнений Прандтля для подобных задач.

Условные толщины пограничного слоя. Толщина пограничного слоя. Толщина вытеснения. Толщина потери импульса. Толщина потери энергии.

Методы расчета ламинарных пограничных слоев. Приближенный метод расчета ламинарного пограничного слоя. Граничные условия. Распределение скорости в ламинарном пограничном слое.

Основы теории турбулентного пограничного слоя. Распределение скорости в турбулентном пограничном слое. Закон  $1/7$ . Интегральные соотношения турбулентного пограничного слоя. Расчет плоского турбулентного пограничного слоя.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Семинар по теории турбулентности**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 2,0 зачетные единицы, 72 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Семинар по теории турбулентности» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов.

– **Основное содержание дисциплины**

Основные понятия теории турбулентности. Неустойчивость ламинарного течения и возникновение турбулентности. Опыт Рейнольдса. Число Рейнольдса. Интенсивность турбулентности. Кинетическая энергия турбулентности.

Уравнения движения турбулентного потока. Гипотеза Рейнольдса. Осредненная и пульсационная составляющие скорости. Уравнения Рейнольдса осредненного турбулентного движения. Гипотезы Буссинеска, Фурье, Фика.

Турбулентные струи. Свободная турбулентность. Затопленные струи. Расчет затопленной струи.

Закрученные течения. Формирование закрученного течения. Основные характеристики закрученного потока. Закрученные потоки в технике.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теплообменные аппараты**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 4,0 зачетных единиц, 144 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Теплообменные аппараты» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-7: способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики

– **Основное содержание дисциплины**

Характеристики теплообменных аппаратов и их виды. Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Водяной эквивалент. Уравнение теплопередачи. Среднеарифметический температурный напор. Тепловая эффективность теплообменного аппарата. Число единиц переноса теплоты. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Рекуперативные теплообменники с однофазными потоками. Теплообменники типа «труба в трубе»: область применения и расчет параметров. Особенности организации процесса в кожухотрубных теплообменниках. Теплообменник с сегментными перегородками. Расчет одноходового противоточного кожухотрубного теплообменника. Расчет кожухотрубного теплообменника с сегментными перегородками. Расчет витого теплообменника. Особенности организации процесса теплообмена в пластинчатых теплообменниках. Теплогидравлические характеристики пластин. Расчет пластинчатого теплообменника. Пластинчато-ребристые теплообменники. Геометрические и теплогидравлические характеристики ребристых поверхностей. Воздухоохлаждаемые теплообменники. Рекуперативные теплообменные аппараты для процессов с фазовыми превращениями. Конденсаторы. Испарители. Кожухотрубные парогенераторы. Смесительные теплообменные аппараты. Регенеративные теплообменные аппараты. Тепловые трубы. Механический расчет теплообменных аппаратов. Основные принципы расчета. Расчет на прочность элементов теплообменного аппарата. Элементы конструкции кожухотрубных теплообменных аппаратов. Элементы конструкций пластинчато-ребристых теплообменных аппаратов



**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Тепломассообменное оборудование предприятий**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 4,0 зачетных единицы, 144 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;

ПК-7: способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики.

– **Основное содержание дисциплины**

**Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий.** Понятия, определения и классификация промышленного оборудования. Теплообменные и тепломассообменные аппараты. Теплоносители

**Рекуперативные теплообменные аппараты**

Конструкции рекуперативных теплообменников. Расчет и последовательность проектирования теплообменных аппаратов. Тепловой расчет компактных аппаратов с ребристыми поверхностями теплообмена. Рекуперативные аппараты периодического действия. Тепловые трубы

**Регенеративные теплообменные аппараты**

Конструкции регенеративных теплообменных аппаратов и установок. Особенности теплообмена в слое. Тепловой расчет регенераторов. Аппараты с кипящим слоем.

**Смесительные теплообменники**

Области применения смесительных теплообменников. Понятие о влажном газе и принципы построения  $i,d$ -диаграммы. Графическое изображение основных процессов изменения состояния воздуха. Аппараты с непосредственным контактом газов и жидкости. Массообменные аппараты систем кондиционирования

**Выпарные установки.**

Свойства растворов. Схемы выпарных установок. Тепловой расчет многоступенчатой выпарной установки. Кристаллизационные установки.

**Сушильные установки.**

Механическое обезвоживание. Свойства влажных материалов как объектов сушки. Общие сведения о процессе сушки материалов. Конвективная сушка. Аппаратурно-технологическое оформление процессов сушки

**Перегонные и ректификационные установки**

Общие сведения о перегонке и ректификации. Физико-химические основы равновесия фаз жидкость – пар. Перегонные установки. Ректификационные установки.

**Сорбционные процессы и установки**

Общие сведения о сорбционных процессах. Абсорбционные процессы и установки. Адсорбционные процессы и установки.

**Вспомогательное оборудование теплоиспользующих установок.**

Оборудование для перемещения и разделения жидкостей, вакуум-насосы, сосуды и резервуары. Пылеочистные устройства. Брызгоотделители и конденсатоотводчики. Дробилки и мельницы. Дозаторы и питатели.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Холодильные машины и установки**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Холодильные машины и установки» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-7: способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики/

– **Основное содержание дисциплины**

**Теоретические основы холодильных машин:** Физические принципы понижения температуры в обратных циклах. Термодинамические основы обратных циклов. Идеальные циклы и процессы. Холодопроизводительность, потери, эффективность реальных циклов. Классификация рабочих веществ. Выбор рабочих веществ и их влияние на показатели и характеристики холодильных машин.

**Парокомпрессорные холодильные машины:** Теоретические и действительные циклы и принципиальные схемы одноступенчатых холодильных машин. Теоретические и действительные циклы и принципиальные схемы двухступенчатых холодильных машин. Теоретические и действительные циклы и принципиальные схемы трехступенчатых и каскадных холодильных машин.

**Газовые холодильные машины:** Теоретические и действительные циклы и характеристики газовых холодильных машин. Особенности работы газовых холодильных машин на влажном воздухе. Газовые холодильные машины с детандерами. Газовые холодильные машины с вихревыми трубами.

**Теплоиспользующие холодильные машины:** Пароэжекторные холодильные машины. Абсорбционные холодильные машины. Сорбционные холодильные машины.

**Машины и системы низкопотенциальной энергетики:** Основные принципы использования нетрадиционных тепловых ресурсов для получения холода. Парокомпрессорные тепловые насосы. Резорбционно - компрессорные тепловые насосы. Абсорбционные повышающие термотрансформаторы. Абсорбционные понижающие термотрансформаторы. Пути использования высокопотенциальных ВЭР, солнечной, геотермальной энергии и других тепловых ресурсов для холодо- и теплоснабжения.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Термодинамический анализ обратных циклов**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Термодинамический анализ обратных циклов» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;

ПК-7: способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики.

– **Основное содержание дисциплины**

**Теоретические основы холодильных машин:** Физические принципы понижения температуры в обратных циклах. Термодинамические основы обратных циклов. Идеальные циклы и процессы. Холодопроизводительность, потери, эффективность реальных циклов. Классификация рабочих веществ. Выбор рабочих веществ и их влияние на показатели и характеристики холодильных машин.

**Методы оценки эффективности обратных циклов:** О методах анализа эффективности циклов. Методы сравнения термических КПД обратных циклов. Метод коэффициентов полезного действия в анализе необратимых циклов. Множественность показателей эффективности прямых и обратных циклов и их взаимосвязь.

**Эксергетический метод термодинамического анализа:** Понятие эксергии. Виды эксергии. Эксергетический баланс установки. Эксергетический коэффициент полезного действия. Потери эксергии в элементах установки. Диаграмма Грассмана-Шаргута.

**Машины и системы низкопотенциальной энергетики:** Основные принципы использования нетрадиционных тепловых ресурсов для получения холода. Парокомпрессорные тепловые насосы. Резорбционно - компрессорные тепловые насосы. Абсорбционные повышающие термотрансформаторы. Абсорбционные понижающие термотрансформаторы. Пути использования высокопотенциальных ВЭР, солнечной, геотермальной энергии и других тепловых ресурсов для холодо- и теплоснабжения.

**Анализ сложных термодинамических циклов холодильных установок:** Теоретические и действительные циклы и характеристики газовых холодильных машин. Циклы одноступенчатые, двухступенчатые и каскадные. Особенности термодинамического расчета и анализа. Циклы с регенерацией, расчет построение, уравнения материального и теплового баланса, эксергетический КПД.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Математическая обработка многофакторного эксперимента**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Математическая обработка многофакторного эксперимента» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-1: способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-2: способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

ПК-6: готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости

– **Основное содержание дисциплины**

**Введение. Организация эксперимента. Предмет и задачи курса.** Роль математики в обработке результатов научного эксперимента. Предмет и методы статистической науки. Предмет и задачи курса. Связь дисциплины с другими дисциплинами учебного процесса. Основные термины и определения. Эксперименты и их классификация. Понятие об эксперименте. Виды и значение экспериментов в решении технологических задач. Особенности планирования эксперимента. **Планирование эксперимента.** Планирование эксперимента и его задачи. Параметры оптимизации и требования, предъявляемые к ним. Факторы и требования к ним. Определение фактора. Требования, предъявляемые к факторам и совокупности факторов при планировании эксперимента. Выбор основных факторов и их уровней. Выбор модели эксперимента. Шаговый принцип. Метод определения выбора модели. Полиномиальные модели. **Однофакторный эксперимент.** Однофакторный эксперимент. Обработка результатов однофакторного эксперимента. Элементы математической статистики. Распределение Пуассона. Нормальный закон распределения. Вероятность попадания случайной величины, подчиненной нормальному закону, на заданный участок. Нормальная функция распределения. Погрешности измерений. Систематические погрешности или поправки. Случайные погрешности прямых измерений. Учет приборной погрешности. Абсолютная и относительная погрешности. Анализ промахов. Сравнение результатов разных серий измерений. Критерий Стьюдента (t-критерий). Критерий Фишера. Оценка суммарной погрешности прямых измерений. Погрешности косвенных измерений. **Многофакторный эксперимент.** Принятие решения перед планированием эксперимента. Полный факторный эксперимент. Построение матрицы планирования. Проведение эксперимента. Кодирование факторов. Матрицы планирования эксперимента. Рандомизация опытов. Свойства полного факторного эксперимента типа  $2^k$ . Полный факторный эксперимент и математическая модель. Возвращение назад. Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Дробная реплика. Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Выбор  $1/4$  реплик. Реплики большой дробности. Обобщающий определяющий контраст. **Статистическая проверка статистических гипотез.** Статистические гипотезы. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистические критерии. Виды критериев согласия и области их применения. **Статистические методы анализа данных и планирования экспериментов.**

**Дисперсионный анализ.** Типы дисперсионного анализа. Математическая модель дисперсионного анализа. Принципы и применение. Однофакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ. Исследование функции поверхности отклика. Применение однофакторного дисперсионного анализа для выявления факторов, оказывающих влияние на функцию отклика. **Корреляционный анализ.** Корреляция и взаимосвязь величин. Показатели корреляции. Параметрические показатели корреляции. Ковариация. Линейный коэффициент корреляции. Выявление доминирующих факторов с помощью метода ранговой корреляции. Непараметрические показатели корреляции. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Коэффициент корреляции знаков Фехнера. Коэффициент множественной ранговой корреляции. Свойства коэффициента корреляции. Корреляционный анализ. Ограничения корреляционного анализа. Область применения. **Регрессионный анализ.** Линейный регрессионный анализ. Проверка гипотез при линейной регрессии. Интервальные оценки линейной регрессии. Многофакторная линейная регрессия. Проверка гипотез при использовании множественной линейной регрессии. Другие модели линейной регрессии. Исследование уравнения регрессии. Анализ остатков. Матричное представление параметров в регрессионном анализе при ортогональном плане. Регрессионный анализ для случая ортогонального плана линейных моделей. **Метод наименьших квадратов.** Принцип метода. Линейная аппроксимация. Доверительные интервалы для линейной аппроксимации. Линейная аппроксимация при повторных измерениях. Доверительные интервалы в случае повторных измерений. Приведение зависимостей к линейному виду. Примеры использования метода наименьших квадратов **Корреляционно-регрессионный анализ.** Понятие о статистической и корреляционной связи. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция. Статистическое изучение корреляционной связи: сбор первичной информации, проверка ее на однородность и нормальность распределения; исключение из массива первичной информации промахов; установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками; Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности; построение модели связи. **Обработка результатов эксперимента. Анализ и интерпретация результатов.** Проведение эксперимента. Критерии оптимальности эксперимента. Проверка однородности дисперсии параллельных опытов, воспроизводимости эксперимента. Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости. Значимость коэффициентов полинома. Проверка адекватности модели. Анализ и интерпретация результатов. Порядок статистической обработки и анализ результатов полного факторного эксперимента. Построение интерполяционной формулы. Крутое восхождение по поверхности отклика. Неадекватная линейная модель. Движение по градиенту. Расчет крутого восхождения. Эффективность и неэффективность крутого восхождения. Принятие решений.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теория подобия и метод анализа размерностей**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Теория подобия и метод анализа размерностей» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-2: способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

ПК-1: готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов

– **Основное содержание дисциплины**

Системы единиц измерения. Физическая величина и её единица измерения. Основные и производные единицы измерения. Структура определительных уравнений. Размерные постоянные. Формулы размерностей. Применение формул размерности при изменении единиц. Безразмерные комплексы. Пи-теорема. Дополнение Хантли. Возможности и ограничения Пи-теоремы. Приведение математического описания к безразмерному виду. Методы характерных и характеристических масштабов. Числа подобия. Физический смысл числа подобия. Уравнения подобия. Подобные процессы. Подобные преобразования. Константа и инвариант подобия. Первая теорема подобия. Вторая теорема подобия. Третья теорема подобия. Автомодельные и вырожденные явления. Полная и частичная автомодельность. Вырождение критериев подобия. Условия автомодельности решения. Автомодельность одномерных задач. Автомодельность двумерных задач. Уравнения пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой на пластине. Интегральные толщины и безразмерные характеристики. Особенности турбулентных течений в каналах. Уравнения Рейнольдса. Подобие турбулентных течений. Теплоотдача в условиях ламинарного течения жидкости в трубе. Теплоотдача при пленочной конденсации на вертикальной стенке. Тепловое излучение. Теплоотдача при кипении. Тройная аналогия. Аналогия процессов массообмена, теплообмена и движения. Общий закон тепломассообмена при турбулентном течении в каналах. Проблема уравнения состояния и термодинамическое подобие. Свойства реальных веществ.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Камеры сгорания**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Камеры сгорания» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-7: способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики

– **Основное содержание дисциплины**

**Термодинамические циклы ГТУ.** Классификация ГТУ. Принципиальные схемы и конструкции ГТУ. Основные технико-экономические характеристики и показатели работы ГТУ. Области применения ГТУ. Схемы действующих газотурбинных и парогазовых ТЭЦ.

**Классификация конструктивных схем КС энергоустановок и их характеристики.** Требования, предъявляемые к КС. Основные элементы КС. Принципы организации рабочего процесса КС. Влияние различных факторов на процессы, протекающие в КС.

**Диффузоры КС ГТУ.** Рабочие характеристики диффузоров. Аэродинамика КС ГТУ. Потери давления в КС. Течение через отверстия в жаровой трубе КС. Конструкции фронтных устройств и их характеристики.

**Конвективные и радиационные тепловые потоки в КС ГТУ.** Расчет пленочного охлаждения стенки жаровой трубы. Стабилизация пламени в КС ГТУ. Типы стабилизаторов. Воспламенение смеси в КС. Способы воспламенения.

**Подача топлива в КС ГТУ.** Виды форсунок. Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ (СО, СхНу, NOx, сажи), их нормирование.

**Конструктивные схемы малоэмиссионных камер сгорания ГТУ.** Источники внешнего шума ГТУ и его количественные характеристики. Источники шума при горении. Способы глушения шума КС. Проблемы защиты окружающей среды. Воздухоохранные мероприятия на стадиях подготовки топлива, сжигания топлива и охлаждения продуктов сгорания.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теория и практика вихревых горелочных устройств**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 5,0 зачетных единиц, 180 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Теория и практика вихревых горелочных устройств» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ОПК-8: способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней

ПК-7: способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики

– **Основное содержание дисциплины**

**Введение. Организация закрутки потока в горелочных устройствах и камерах сгорания. Состояние и перспектива.** Особенности газодинамики закрученных течений, способствующие повышению эффективности процессов сжигания топлива. Вихревые противоточные горелочные устройства. Перспективы и проблемы их применения в энергетике и авиации. **Термогазодинамика и массообмен ограниченных закрученных противоточных течений.** Экспериментальное и численное исследование термогазодинамики ограниченного закрученного потока. Влияние геометрии противоточной камеры на поля газодинамических характеристик и температуру. Физико-математическая модель процесса смесеобразования в противоточных вихревых горелочных устройствах. **Экспериментальное и теоретическое уточнение методов расчёта противоточных вихревых горелок.** Критериальная основа описания процессов горения в закрученном течении с аэродинамическим противотоком. Исследование влияния геометрии проточной части и входных параметров окислителя и топлива на характеристики рабочего процесса противоточных вихревых горелок. Механизмы горения в противоточном течении при наличии закрутки и отрывных явлений. Методика расчёта противоточных вихревых форсуночно-горелочных устройств. **Газодинамическая стабилизация пламени в потоке на радиально вдуваемых противоточных струях.** Стабилизация пламени в устройствах сжигания топлива и системах дожигания остаточного кислорода в выхлопных струях ГТУ. Исследование аэродинамики течения в противоточных воспламенителях. Изучение особенностей взаимодействия закрученных струй со сносящим потоком. Исследование характеристик распыла жидкого топлива в области стабилизации пламени. Экспериментальное исследование стабилизации пламени противоточными струями **Теплофизика горения стехиометрических водород-кислородных смесей в закрученном потоке водяного пара.** Анализ известных схем высокотемпературного перегрева водяного пара в технологиях производства теплоты и электроэнергии. Исследование теплофизических особенностей горения стехиометрических водород-кислородных смесей в среде водяного пара при наличии закрутки и противотока. Методика расчёта высокотемпературных противоточных водород-кислородных камер сгорания перегрева пара. Экспериментальное исследование горения водород-кислородной смеси в среде водяного пара. **Применение результатов исследований к созданию эффективных устройств сжигания топлива.** Противоточные вихревые воспламенители для стабилизации пламени в камерах сгорания ГТУ и ГТД. Противоточные горелочные устройства для малой энергетики и технологических процессов. Двухтопливные горелочные устройства газовых турбин энергетического применения. Низкоэмиссионные фронтные форсуночно-горелочные модули основных камер сгорания энергетических установок.



**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Учебная практика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

**Вид практики:** учебная

**Тип практики:** практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

**Способ проведения практики:** стационарная

**Форма проведения практики:** дискретно по видам практик

Общая трудоемкость: 4,0 зачетные единицы, 144 часа.

**Цели прохождения практики**

Цель прохождения практики - получить первичные профессиональные умения и опыт профессиональной деятельности, формирующие следующие компетенции:

ОПК-1: способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК-3: способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

ОПК-4: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ПК-8: готовность к участию в довузовской подготовке и профориентационной работе в школах и других средних учебных заведениях

– **Основное содержание дисциплины**

**Ознакомление со структурой, функциональным назначением, организацией и работой подразделения предприятия:** Ознакомление со структурой учебного заведения, научно-исследовательской лабораторией, отделом предприятия. Организационная структура и управление деятельностью организации (предприятий, НИИ, КБ, кафедр); формы и методы сбыта продукции, а также варианты предоставления услуг населению и организациям; действующие стандарты, должностные обязанности на рабочих местах, положения и инструкции по безопасному обслуживанию технического оборудования.

**Экспериментальные и вычислительные ресурсы подразделения:** Освоение методологии экспериментальных, вычислительных и метрологических ресурсов научно-исследовательской лаборатории и ее экспериментальных стендов. Используемые установки для проведения теплофизических экспериментов; вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности и экологической частоты процессов производства; существующая измерительная аппаратура и особенности теплофизических измерений в технологических процессах.

**Методика постановки численных экспериментов с применением компьютерных технологий:** Проработка методик экспериментальных и численных исследований с применением компьютерных технологий. Методика постановки численных экспериментов с применением компьютерных технологий; преимущества и недостатки численного моделирования.

**Составление и защита отчета:** Методика работы с основной научной литературой, периодическими изданиями, справочниками и энциклопедиями. Методика составления критического обзора проработанной научно-технической литературы. Оформление отчета по практике и его защита

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Производственная практика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

**Вид практики:** производственная

**Тип практики:** научно-исследовательская работа

**Способ проведения практики:** стационарная и/или выездная

**Форма проведения практики:** дискретно по видам практик

Общая трудоемкость: 4,0 зачетных единиц, 144 часов

**Цели освоения дисциплины**

Цель прохождения практики - получить профессиональные умения и опыт профессиональной деятельности, формирующие у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

ПК-4: способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

ПК-5: готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

ПК-6: готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости

ПК-7: способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики

ПК-14: способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров

– **Основное содержание дисциплины**

**Определение темы научного поиска:** Постановка цели исследования и определение задач, решение которых должно обеспечить её достижение. Анализ доступных литературных источников и обоснование выбранных подходов для проведения научно-исследовательской деятельности.

**Расчетно-аналитическая проработка темы:** Постановка задач численных, аналитических и экспериментальных методов решения выбранной проблематики. Подбор необходимых программ расчета, создание методологии физико-математической проработки теоретических основ выбранной темы. Проработка методики проведения экспериментов с формированием схемы стенда и его оснащением доступным требуемым оборудованием.

**Постановка и проведение расчетных и экспериментальных работ по теме:** Участие в проведении численных расчетов, их обработка и анализ. Подготовка, участие в монтаже экспериментального стенда, подборе и оснащении необходимым оборудованием. Проведение опытов, их анализ. Построение полученных графиков зависимостей с обоснованием достигнутого результата и его достоверности с проведением необходимых верификационных моментов.

**Оформление и защита отчета:** Написание отчета по научно-исследовательской работе. Подготовка презентации и доклада по разрабатываемой тематике. Защита проведенной НИР и полученных результатов.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Производственная (преддипломная) практика**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

**Вид практики:** производственная (преддипломная)

**Тип практики:** практика для выполнения выпускной квалификационной работы

**Способ проведения практики:** стационарная

**Форма проведения практики:** дискретно по видам практик

Общая трудоемкость: 7,0 зачетных единиц, 252 часа.

**Цели освоения дисциплины**

Цель прохождения практики - получить профессиональные умения и опыт профессиональной деятельности, формирующие у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

**ПК-4:** способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики;

**ПК-5:** готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности;

**ПК-6:** готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости;

**ПК-7:** способность проводить инструктаж и обучение младшего технического персонала правилам применения современных наукоемких аналитических и технологических средств технической физики;

**ПК-14:** способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров.

**Основное содержание дисциплины**

Выбор и обоснование актуальности предлагаемой темы выпускной квалификационной работы, утверждение её на заседании кафедры.

Подбор литературных источников, их аналитический обзор с выделением отмеченных достижений и имеющихся недоработок, на основе которого определить уточненное название ВКР, её предполагаемую новизну, цель и задачи, решение которых позволит обеспечить её достижение.

На основании отмеченного с изучением научно-технической литературы и методологии получения новых знаний, необходимых для решения научно-технических задач обосновать методологические подходы (аналитические, численные, экспериментальные) грамотное применение которых позволит обеспечить качество и достоверность получаемых результатов, а на начальном этапе сформировать план выполнения работ с обозначением их последовательности.

С учетом составленного плана проводить необходимые работы с соблюдением обозначенной последовательности и обсуждением полученных результатов с научным руководителем, обуславливая направленность последующих работ и введением при необходимости поправок и дополнений в технологическую цепочку разрабатываемой в рамках ВКР научно-исследовательских работ.

На завершающем этапе с использованием полученных результатов подготовить необходимые для защиты ВКР документы: текст ВКР в соответствии с требованиями

ГОСТ на оформление научно-исследовательских отчетов: доклад по выполненной ВКР; презентация для представления доклада.

Представить разработанные материалы на проверку научному руководителю по теме работы и после согласования с ним, получить разрешение на допуск к защите.

Завершающим этапом является требуемая подготовка к защите.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Энергоснабжение в теплотехнике и теплотехнологии**  
**Направление подготовки бакалавров**  
**16.03.01 Техническая физика**

Общая трудоемкость дисциплины: 2,0 зачетных единиц, 72 часов.

**Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Энергоснабжение в теплотехнике и теплотехнологии» - сформировать у будущего бакалавра знания, умения и навыки, необходимые для формирования следующих компетенций:

**ОПК-3:** способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

– **Основное содержание дисциплины**

**Топливо-энергетические ресурсы.** Современное состояние и проблемы энергетики в области производства электроэнергии и теплоты. Централизованное и децентрализованное производство энергии. Энергетические ресурсы: возобновляемые и не возобновляемые. Топливо: органическое и ядерное. Мировые и отечественные энергетические ресурсы. Территориальное расположение энергетических ресурсов. Топливные циклы: производство, транспорт, использование, отходы. Проблемы и перспективы использования энергетических ресурсов в энергетике.

**Тепловая нагрузка потребителей.** Тепловые потери помещения через наружные ограждения. Тепловые потери помещения инфильтрацией. Внутренние тепловыделения в помещении. Расчет тепловой мощности на горячее водоснабжение бытовых и промышленных теплопотребителей. Воздушные тепловые завесы. Расчет тепловой мощности на вентиляцию помещений. Расчет тепловой мощности, потребляемой системами кондиционирования воздуха.

**Расчет годового теплопотребления и расхода топлива.** Графики теплового потребления различными потребителями. Годовое теплопотребление на отопление и вентиляцию. Годовой отпуск теплоты на горячее водоснабжение.

**Расчет гидравлического режима водяных тепловых сетей.** Предварительный и проверочный расчеты тепловых водяных сетей. Предварительный и проверочный расчеты паропровода теплоснабжения. Тепловой расчет магистральной тепловой сети. Расчет мощности тепловых потерь теплопроводом

**Источники систем теплоснабжения теплопотребителей.** Производственные и отопительные котельные. Промышленные теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Котельная с паровыми и водогрейными котлами. Выбор основного и вспомогательного оборудования отопительных котельных. Энергетическая эффективность централизации теплоснабжения. Атомные электростанции. Типы реакторов, используемых в энергетике. Схемы АЭС с различными типами реакторов.

**Регулирование тепловой мощности, отдаваемой теплопотребителям от источника теплоснабжения.** Открытые и закрытые системы теплоснабжения; основные отличительные признаки, преимущества и недостатки. Принципы способы регулирования тепловой мощности подаваемой потребителям. Оборудование и назначение центральных тепловых подстанций (ЦТП) и индивидуальных тепловых пунктов (ИТП). Методы и средства экономии энергетических ресурсов в системах централизованного теплоснабжения.