

Название дисциплины	Аннотация дисциплины
БАЗОВАЯ ЧАСТЬ	
История	Сущность, формы, функции исторического знания. Особенности исторического развития России в период средневековья. Российская империя в новое время: реформы и революции. Советская Россия и Российская Федерация: основные проблемы и пути развития.
Иностранный язык	Коммуникативные умения в сфере учебного, повседневного и официально-делового общения. Сферы и ситуации общения: повседневно-бытовая; учебно-образовательная; социокультурная. Фонетический аспект: совершенствование произносительных и интонационных навыков, необходимых для порождения устных высказываний (предупреждение интерференции). Лексический аспект: совершенствование навыков, необходимых для понимания текстов при чтении / аудировании. Грамматический аспект.
Философия	Формы мировоззрения (мифологическое, религиозное, философское, научное). Научные картины мира (механицистская и релятивистская), критерии научности и факторы развития науки. Теории истины и метод рационального мышления. Основные концепции сознания, структура и функции сознания, психика и мышление; принципы социальной эволюции и исторической динамики обществ, типы отношений цивилизации и культуры, формы и функции социальной солидарности. Системы ценностей и принципы морали. Глобальные проблемы современности, основные тенденции развития современного глобального мира.
Безопасность жизнедеятельности	Человек и среда обитания. Физиология труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере. Опасности технических систем. Воздух рабочей зоны. Параметры микроклимата. Производственное освещение. Механические и акустические колебания. Электромагнитные поля и излучения. Способы повышения электробезопасности в электроустановках. Управление безопасностью жизнедеятельности. Системы контроля требований безопасности. Безопасность в ЧС.
Физическая культура	Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов. Основы здорового образа жизни студента. Физическая культура в обеспечении здоровья. Социально-биологические основы физической культуры. Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или системы физических упражнений. Особенности занятий избранным видом спорта. Общая физическая и специальная спортивная подготовка в системе физического воспитания. Психофизиологические основы учебного труда и интеллектуальной деятельности. Средства физической культуры в регулировании работоспособности. Врачебно-педагогические исследования и самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом. Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) студентов. Физическая культура в производственной деятельности.
Экономика	Целостное представление об экономике машиностроения и развитии в современных экономических условиях. Пути и методы повышения эффективности машиностроительного производства. Состав производственных ресурсов предприятия и эффективность их использования. Трудовые ресурсы

	<p>машиностроительного предприятия и оплата труда. Издержки производства и себестоимость продукции. Формирование цен на машиностроительную продукцию. Прибыль и рентабельность. Финансы предприятия. Принятие эффективных экономических решений на практике.</p>
Физика	<p>Физические основы механики. Молекулярная, статистическая физика и термодинамика. Электричество и магнетизм. Колебания и волны. Волновая и квантовая оптика. Квантовая физика. Ядерная физика. Физический практикум.</p>
Математика	<p>Аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве, линейная алгебра; основные понятия математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисления; дифференциальные уравнения; последовательности и ряды; векторный анализ и элементы теории поля; численные методы; функции комплексного переменного. Элементы функционального анализа; вероятность и статистика: теория вероятностей, случайные процессы, статистическое оценивание и проверка гипотез, статистические методы обработки экспериментальных данных; вариационное исчисление и оптимальное управление; уравнения математической физики.</p>
Информатика	<p>Понятие информации, значение информации в развитии современного общества; общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации. Технические и программные средства реализации информационных процессов. Модели решения функциональных и вычислительных задач. Алгоритмизация и программирование; технологии программирования; языки программирования высокого уровня. Базы данных. Локальные и глобальные сети ЭВМ. Основы защиты информации.</p>
Экология	<p>Структура биосферы и ее границы, экологические факторы, популяция, биоценоз, экосистемы, взаимоотношения организма и среды, глобальные проблемы окружающей среды, загрязнение биосферы. Ухудшение здоровья человека, охрана атмосферного воздуха, гидросферы, литосферы, переработка отходов, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, экономики природопользования, экозащитная техника и технологии, основы экологического права, профессиональная ответственность, международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.</p>
Электрические измерения	<p>Введение в теорию измерений. Основные понятия и определения. Анализ случайных погрешностей. Техника и методика электрических измерений. Методические вопросы измерений. Электрические измерения неэлектрических величин. Стандартизация. Сертификация.</p>
Управление техническими системами	<p>Сущность проблем автоматического управления и регулирования, фундаментальные принципы и степень полноты удовлетворения им. Неформальная классификация автоматических систем управления. Системный анализ. Физико-математическое моделирование динамических процессов и применяемые разделы высшей математики. Типовые законы регулирования. Линейные системы и характеристики динамических звеньев. Структурные схемы и их преобразования. Устойчивость переходных процессов. Критерии устойчивости. Качества регулирования в линейной постановке. Коррекция динамических свойств и синтез инженерно оптимизированных технических систем.</p>
Электротехническое и конструкционное	<p>Основы строения и свойства материалов. Электротехнические материалы. Диэлектрики. Проводниковые материалы. Полупроводниковые материалы. Магнитные материалы. Конструкционные материалы.</p>

материаловедение	Кристаллическое строение металлов. Основные свойства материалов и методы их определения. Основы теории сплавов. Основы термической обработки и поверхностного упрочения сплавов. Конструкционные металлы и сплавы.
Теоретические основы электротехники	Курс ТОЭ занимает основное место среди общетехнических дисциплин, определяющих теоретический уровень профессиональной подготовки бакалавров. Предмет курса составляют электромагнитные явления и их прикладное применение для создания, передачи и распределения электроэнергии как универсального посредника между источниками энергии и потребителями, для решения проблем электромеханики, электротехнологии, передачи и распределения информации, электроники, автоматики, управления, информационно-измерительной и вычислительной техники. Курс ТОЭ как базовый курс должен обеспечивать комплексную подготовку будущего специалиста – профессиональную подготовку, развитие творческих способностей, умение формулировать и решать на высоком научном уровне проблемы изучаемой специальности, умение творчески применять и самостоятельно повышать свои знания. Эти цели достигаются на основе фундаментализации образования, повышения творческой активности и самостоятельности работы студентов, широкого применения вычислительной техники и новых информационных технологий в учебном процессе.
Научно-исследовательская работа	Общие определения и терминология, виды ошибок измерения, природа неточности измерения, ошибка и неопределенность. Пути исследователя в науку. Планирование процесса исследования. Формулирование темы научного исследования. Объект и предмет исследования. Цель исследования. Основные способы переработки научной информации. Поиск литературы по тематике исследования. Объекты интеллектуальной собственности. Эксперимент как предмет исследования. Инженерный эксперимент (ИЭ). Измерение температуры – датчики и термометры, термопары и термисторы – характеристики и методика применения. Измерение расходов и механических величин. План работы над ВКР. Оформление текста и правила представления бакалаврской работы. Справочно-библиографический аппарат библиотеки и поиск литературы по каталогам. Методика изложения научных исследований. Подготовка устного выступления с научным докладом. Особенности научного стиля речи. Обоснование необходимости проведения дополнительных исследований в соответствии с поставленной задачей. Выбор диапазона рабочих параметров для данной работы. Изучение существующих методов решения поставленной задачи. Подготовка полученных результатов для их дальнейшего использования.
Общая энергетика	Основная цель дисциплины состоит в том, чтобы познакомить студента с видами и способами получения электрической энергии, видами электрических станций, использованием природных ресурсов, нетрадиционных источников энергии, взаимосвязи энергетики и окружающей среды, современными методиками в области энергосбережения и энергоаудита. Ознакомится с основными элементами электрооборудования их назначением, освоить практические методы выбора основного коммутационного оборудования и трансформаторов подстанций согласно готовой схемы.
Теоретические основы теплотехники	Введение. Термодинамика и ее метод исследования. Применение понятий «термодинамическая система» в теплотехнике. Рабочее тело. Параметры состояния, основные параметры состояния: температура, давление, удельный объем. Уравнения состояния. Уравнения состояния идеального газа.

	<p>Реальный газ. Уравнения состояния реального газа: Ван – дер – Ваальса, Клайперона-Клазиуса, Вукаловича-Новикова и др., вириальное уравнение. Термодинамический процесс. Основные процессы. Понятие о смесях смеси идеальных газов. Теплота и работа. Эквивалентность теплоты и работы. Теплота и теплоемкость. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Источники необратимости. Источники теплоты, термодинамический КПД циклов. Цикл Карно и его эффективность. Теорема Карно. Формулировки второго закона термодинамики. Энтропия. Интеграл Клазиуса. T-s диаграмма состояния. Цикл Карно в диаграмме T-s. Обратимые циклы с регенерацией тепла. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие, условия термодинамического равновесия. Термодинамические потенциалы: свободная энергия, изобарный потенциал, эксергия, химический потенциал. Фазовые переходы. T-s диаграмма: h-s диаграмма; p-V диаграмма. Течение газов и жидкостей в каналах. Уравнение неразрывности, уравнение движение. Уравнения энергии, истечение газов. Скорость звука. Истечение через суживающиеся сопла. Критические параметры истечения. Классификация термодинамических установок. Работа теплосилового устройства. Работа паросилового устройства. Методы анализа эффективности работы циклов и процессов машин и установок. Эксергия и эксергетический метод анализа термодинамических систем. Теплосиловые газовые и паровые циклы. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы реактивных двигателей. Цикл Ренкина без перегрева и перегревом. Анализ цикла. Циклы с промежуточным перегревом пара, регенеративный цикл. Бинарные циклы. Теплофикационные циклы. Циклы прямого преобразования тепла в электроэнергию. Холодильные циклы. Обратные тепловые циклы и процессы. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл парокомпрессионной холодильной установки. Влажный воздух. Основные понятия. H-d диаграмма влажного воздуха. Принцип работы теплового насоса. Методы ожижения газов. Теплопроводность. Основные положения учения и теплопроводности, температурное поле и температурный градиент, тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме. Передача тепла через одно- и многослойную плоскую стенку. Теплопроводность при наличии внутренних источников тепла. Передача тепла через одно- и многослойную цилиндрическую стенку. Критический диаметр тепловой изоляции. Пути интенсификации теплообмена. Теплопроводность в стержне-ребре. Теплопередача через ребреные поверхности. Нестационарные процессы теплопроводности. Общие положения и аналитическое описание процесса. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением, основные законы теплового излучения.</p>
<p>Гидро- и пневмопривод в энергосистемах</p>	<p>Сравнительный анализ пневматических, гидравлических и электрических систем управления. Основные элементы пневмопривода. Пневматические системы. Теоретические основы синтеза цифровых устройств. Дискретная пневмоавтоматика. Струйная пневмоавтоматика. Технические средства информационной подсистемы. Виды гидравлических приводов и средств автоматизации, области их применения. Рабочие жидкости. Регулирующая и направляющая аппаратура. Исполнительные</p>

	<p>устройства гидроприводов. Гидроприводы с дроссельным, машинным и машинно-дроссельным регулированием. Цикловые гидравлические системы автоматического управления. Гидравлические следящие приводы и системы. Источники энергопитания. Вспомогательное оборудование гидроприводов и систем. Основы эксплуатации гидроприводов.</p>
<p>ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ</p>	
<p>Электрические машины</p>	<p>Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин. Назначение, устройство и принцип действия трансформаторов. Схемы замещения и математическая модель двухобмоточного трансформатора. Режимы работы трансформатора. Трехфазные трансформаторы. Обозначения, схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Параллельная работа трансформаторов. КПД трансформаторов. Специальные трансформаторы. Назначение, устройство и принцип действия машин постоянного тока. Реакция якоря. Электродвижущая сила и электромагнитный момент. Способы самовозбуждения. Характеристики генераторов. Характеристики двигателей. КПД машин постоянного тока. Специальные машины постоянного тока. Назначение, устройство и принцип действия синхронных машин. Системы возбуждения синхронных машин. Схема замещения синхронной машины. Мощность и электромагнитный момент синхронной машины. Угловые и U-образные характеристики синхронных машин. Основные характеристики синхронного генератора. Рабочие характеристики синхронного двигателя. Пуск. Регулирование скорости вращения ротора синхронных двигателей. КПД синхронных машин. Специальные синхронные машины. Назначение, устройство и принцип действия асинхронной машины. ЭДС, индуцируемые в обмотках асинхронных машин. Схема замещения асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Пуск асинхронного двигателя. КПД асинхронного двигателя. Специальные асинхронные двигатели.</p>
<p>Системы учета электрической и тепловой энергии</p>	<p>Основы метрологии. Общие положения учета электрической и тепловой энергии. Приборы учета. Автоматизированные системы учета. Вопросы эксплуатации приборов учета электрической и тепловой энергии.</p>
<p>Основы работоспособности технических систем</p>	<p>Причины и последствия изменения технического состояния. Закономерности изменения технического состояния. Надежность восстанавливаемых объектов и систем. Системы массового обслуживания. Система технического обслуживания и ремонта. Закономерности процессов восстановления работоспособности. Процессы восстановления сложных систем. Надежность и методы обеспечения безотказной работы технических систем. Надежность основной системы. Методы оценки и прогнозирования надежности машин. Методы оценки эксплуатационной надежности систем.</p>
<p>Электроснабжение</p>	<p>Общие сведения о системах электроснабжения различных объектов. Основные типы электроприемников, их классификация и характеристики. Построение графиков электрических нагрузок, их обработка, показатели и коэффициенты, характеризующие электрические нагрузки. Методы расчета электрических нагрузок. Определение расчетных значений электрических нагрузок на различных уровнях системы электроснабжения. Построение картограммы электрических нагрузок,</p>

	определение центра нагрузок по проектируемому объекту в целом.
<p align="center">Технологические энергоносители предприятий</p>	<p>Направления использования органического топлива. Газообразное топливо. Характеристика газообразного топлива, его классификация. Производство и транспорт природного газа. Газораспределительная станция. Надежность газоснабжения. Межцеховой газопровод. Газорегуляторный пункт. Расчет заводского газопровода. Определение потерь давления в газопроводе. Техника безопасности в газовом хозяйстве. Методы определения расчетной потребности в газе. Защита газопроводов от коррозии. Мазутное хозяйство предприятий. Подготовка мазута к сжиганию. Система водоснабжения. Классификация систем водоснабжения. Основные категории водопотребления. Элементы, схемы и особенности систем водоснабжения промышленных предприятий. Охлаждающие устройства производственного водоснабжения. Принципиальная схема воздушной компрессорной станции. Классификация и характеристика воздушных компрессоров. Характеристика поршневых, ротационных и центробежных воздушных компрессоров. Компоновка воздушных компрессорных станций. Нагрузка на воздушную компрессорную станцию и методы ее расчета. Расчет производительности воздушной компрессорной станции. Расчет и выбор типоразмера компрессора воздушной компрессорной станции. Очистка воздуха на компрессорной станции, расчет воздушных фильтров и влагомаслоотделителей. Расчет воздухоохладителей воздушной компрессорной станции. Устройство воздухопроводов системы распределения сжатого воздуха и их расчет. Влияние начальных и конечных параметров на производительность и экономичность работы компрессорных станций. Регулирование производительности и давления сжатого воздуха. Нормирование удельного расхода электроэнергии на производство сжатого воздуха на компрессорной станции. Методы ожижения воздуха для его разделения. Промышленное ожижение воздуха перед его разделением. Промышленное разделение воздуха. Установки однократной двукратной и низкотемпературной ректификации.</p>
<p align="center">Источники и системы теплоснабжения</p>	<p>Тепловое потребление. Классификация тепловых нагрузок и способы их определения. Методы определения потребности промышленных потребителей, производственных и жилых зданий в паре и горячей воде. Источники генерации тепла, используемые в системах теплоснабжения: назначение, структура, классификация. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий: назначение, классификация. Тип установок: конденсационные с отбором пара (Т и ПТ) и с противодавлением (Р). Теплофикационное оборудование ТЭЦ. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии – схемы, режимы работы, определение технико-экономических показателей, выбор режима работы утилизационных установок параллельно с заводскими и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями. Системы теплоснабжения Назначение, структура, классификация систем теплоснабжения. Способы теплоснабжения. Основные виды и схемы теплоснабжения. Присоединение потребителей к системам теплоснабжения. Назначение и типы смесительных устройств. Открытые тепловые сети. Закрытые тепловые сети: параллельная схема, двухступенчатая смешанная схема, двухступенчатая последовательная схема (преимущества и недостатки). Паровые системы теплоснабжения: с возвратом</p>

	<p>конденсата, без возврата конденсата. Режимы регулирования систем теплоснабжения. Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлический режим тепловых сетей. Оборудование тепловых пунктов. Автоматизация тепловых пунктов. Учет расхода тепла и контроль параметров теплоносителя. Оборудование тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов. Конструкция теплопроводов. Основные требования к конструкциям теплопроводов; преимущества и недостатки подземных теплопроводов в проходных каналах, непроходных и бесканальных. Основные методы защиты подземных трубопроводов от наружной коррозии и коррозии под воздействием блуждающих токов. Основные требования к теплоизоляционным конструкциям теплопроводов. Трубы и их соединения; опоры. Компенсация температурных деформаций. Тепловой расчет. Тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляции. Выбор толщины теплоизоляционного слоя. Эксплуатация тепловых сетей. Повышение надежности и качества теплоснабжения. Методы обнаружения и ликвидации повреждений в системах теплоснабжения. Испытание и организация эксплуатации тепловых сетей.</p>
<p>Основы энергоаудита и энергосбережение</p>	<p>Нормативно-правовая база энергосбережения в России. Актуальность и информационное обеспечение энергосбережения. Методология проведения энергоаудита. Нормирование потребления энергоресурсов, методы расчета нормативов потерь энергоресурсов. Энергетические балансы, их составление и анализ. Энергетический паспорт, структура и содержание. Инструментальное обеспечение энергоаудита. Повышение эффективности осветительных установок. Энергоэффективный электропривод. Энергосберегающие мероприятия. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.</p>
<p>Технические измерения и автоматизация тепловых процессов</p>	<p>Общие сведения об измерениях. Погрешности измерения и их оценка. Единица измерения термодинамической температуры в системе SI. Основные положения Международной температурной шкалы МТШ-90. Термометры расширения. Манометрические термометры. Термоэлектрические термометры. Основные правила обращения с термометрами (правило Магнуса, правила аддитивности показаний по температуре и по материалам). Стандартные термоэлектрические термометры. Пределы допускаемых отклонений. Удлиняющие термоэлектродные провода. Измерения термо-эдс. Милливольтметр, потенциометры лабораторные и автоматические. Термометры сопротивления (платиновые, медные, никелевые). Мостовые схемы измерения сопротивления. Уравновешенные и неуравновешенные мосты. Автоматический мост. Пирометры излучения. Пирометры интегрального излучения. Яркостные пирометры. Погрешности измерения температуры газовых потоков, пара. Измерение температуры поверхностей твердых тел. Жидкостные манометры. Манометры с одновитковой трубчатой пружиной. Самопишущие деформационные манометры, вакуумметры, мановакуумметры (тягионапорометры). Дифференциальные манометры. Электрические манометры. Основные требования, предъявляемые к установке приборов для измерения давления. Дистанционная телеметрическая передача показаний приборов на расстояние на примере измерения разности давлений. Расходомеры переменного перепада. Коэффициенты скорости входа и истечения. Поправочный коэффициент, учитывающий адиабатное расширение среды. Стандартные сужающие устройства. Оценка погрешности нелинейного косвенного измерения расхода. Расчет сужающего устройства и их установка. Тахометрические расходомеры и счетчики количества. Измерение состава продуктов сгорания. Автоматизированные</p>

	<p>системы контроля и управления сбором данных. Основы управления технологическими объектами; теплотехнические объекты управления, их основные особенности. Классификация схем автоматизации тепловых процессов. Правила построения функциональных схем автоматизации. Графические изображения средств автоматизации на функционально-технологических схемах. Классификация и принцип работы автоматических систем регулирования. Понятие о динамических системах и виды динамических систем; математические модели технологических объектов управления; дифференциальные уравнения динамических систем. Линейные динамические системы, их временные динамические характеристики; передаточная функция линейной системы; частотные характеристики линейных систем. Автоматические регуляторы. Типовые законы регулирования. Устойчивость АСР и качество процесса регулирования. Алгоритмы логического управления; логический автомат; основы математического описания логических автоматов; примеры построения логических систем управления. Особенности построения АСУТП сложными теплотехническими объектами.</p>
<p>Прикладная физическая культура</p>	<p>Психофизиологические основы учебного труда и интеллектуальной деятельности. Средства физической культуры в регулировании работоспособности. Врачебно-педагогические исследования и самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов. Физическая культура в производственной деятельности.</p>
<p>Химия</p>	<p>Строение атома. Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Ядерная модель атома. Квантовые числа. Атомные орбитали. Современная формулировка периодического закона Д. И. Менделеева. Простые химические соединения. Оксиды: основные, кислотные и амфотерные. Гидроксиды. Кислоты. Соли: нормальные, кислые, основные. Химические системы. Растворы. Растворимость. Способы выражения концентрации растворов. Законы идеальных растворов. Электролиты и неэлектролиты. Растворимость газов в жидкостях. Повышение температуры кипения раствора, понижение температуры замерзания (эбуллиоскопия, криоскопия). Водные растворы электролитов. Водородный показатель (рН). Гидролиз солей. Энергетика химических процессов. Энергетические эффекты химических процессов и фазовых переходов. Закон сохранения энергии. Энтальпийный и энтропийный факторы. Стандартное изменение энергии Гиббса и его расчет. Условия самопроизвольного протекания реакции и химического равновесия. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Электролиз. Химические процессы при электролизе. Последовательность разрядки ионов на электродах. Электролиз с нерастворимыми и растворимыми анодами. Электролиз расплавов. Химические свойства металлов. Распространение металлов в природе. Методы получения металлов: добывание из руд; пирометаллургия (карботермия, гидротермия, алюмотермия, магниетермия); электрометаллургия; флотационный; магнитный. Природа химической связи в металлах. Коррозия металлов. Типы коррозионных разрушений. Химическая коррозия металлов. Методы защиты металлов от коррозии. Защитные покрытия: металлические (анодные, катодные) и неметаллические. Электрохимическая защита: протекторная, катодная.</p>

<p>Основы научной работы</p>	<p>Понятие науки, цели и задачи науки. Классификация наук. Научное исследование, фундаментальные научные исследования, прикладные научные исследования. Теоретический и эмпирический уровень исследования. Проблема, гипотеза и теория. Этапы научно-исследовательской работы. Понятие метода и методологии научных исследований. Выбор темы научного исследования. Виды научных изданий. Патентные исследования. Изобретения, полезные модели, промышленные образцы и их правовая охрана. Интеллектуальное собственность и ее защита. Структура научной работы. Реферат, доклад, научная статья. Способы написания текста, сокращения слов, оформление табличного материала. Графический способ изложения иллюстративного материала. Оформление библиографического списка использованных источников. Подготовка научных материалов к опубликованию в печати. Квалификация и компетентность специалиста. Индекс цитирования как способ оценки научной деятельности.</p>
<p>Прикладная механика</p>	<p>Основные понятия: скорость, ускорение, закон движения, угловая скорость, угловое ускорение, плоскопараллельное движение, мгновенный центр скоростей, мгновенный центр ускорений, ускорение Кориолиса, переносное ускорение, относительное ускорение, геометрические характеристики. Сила, реакции опор, распределенные нагрузки, момент силы, законы Ньютона. Теоремы динамики, принцип Даламбера, общее уравнение динамики, виртуальное перемещение, обобщенные координаты, принцип кинетостатики, уравнения Лагранжа. Метод сечений. Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Геометрические характеристики сечений. Центральное растяжение-сжатие. Расчет статически определимых систем. Сдвиг. Кручение. Прямой поперечный изгиб. Косой изгиб. Внецентренное растяжение – сжатие. Сложное сопротивление, расчет по теориям прочности. Определение перемещений при различных видах нагружений. Структурный анализ механизмов. Кинематический анализ механизмов с низшими и высшими парами. Кинетостатика плоских механизмов и динамика машин. Механические передачи. Синтез механизмов. Введение в раздел детали машин. Общие вопросы проектирования деталей и узлов машин. Соединения. Механические передачи. Детали, обслуживающие вращательное движение. Основы проектирования машин. Стадии проектирования. Разработка эскизного проекта. Конструирование зубчатых, червячных колес и червяков. Конструирование подшипниковых узлов. Конструирование валов. Конструирование элементов открытых передач. Выбор муфт. Смазывание, смазочные устройства и уплотнения. Конструирование корпусных деталей, рам и плит. Рабочая документация проекта.</p>
<p>Инженерная и компьютерная графика</p>	<p>Теоретические основы инженерной графики - начертательная геометрия. Комплексные чертежи линий и поверхностей. Прямоугольные аксонометрические проекции: изометрия, диметрия. Методы преобразований комплексного чертежа. Позиционные и метрические задачи. Развертки поверхностей. ЕСКД. Чертеж детали и сборочный чертеж. Нанесение размеров на чертеже детали и сборочном чертеже. Виды соединений деталей. Резьбы и их изображение на чертежах. Резьбовые соединения. Соединение деталей сваркой. Зубчатая передача. Чертежи элементов зубчатой передачи. Сборочный чертеж зубчатой передачи. Спецификация. Основы компьютерной графики. 2D и 3D моделирование в САПР КОМПАС. Получение ассоциированных чертежей и спецификации.</p>

Информационные основы диспетчерского управления	Автоматизированные системы диспетчерского управления. Оперативный информационно-управляющий комплекс. Системы автоматизированного контроля энергопотребления. Планирование электрических режимов. Средства телемеханики и телеуправления. Оперативные переключения. Устройство и оснащение диспетчерских пунктов
ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ	
Основы проектирования и эксплуатации систем отопления и вентиляции	<p>Химический состав воздуха, основные газовые законы. Основные параметры влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха на I-D диаграмме. Угловой коэффициент луча процесса в помещении. Процессы изоэнтальпийного и изотермического увлажнения воздуха. Политропные процессы. Определение параметров смеси влажного воздуха. Санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к воздушному и тепловому режиму помещения. Понятие теплового комфорта человека. Технологические требования к воздушному и тепловому режиму помещения. Расчетные параметры наружного воздуха. Расчетные параметры внутреннего воздуха. Назначение систем кондиционирования воздуха (СКВ) в общем комплексе кондиционирования микроклимата здания. Требования к среде технологических производственных процессов. Основные нормы. Структурные схемы СКВ. Классификация СКВ. Требования к СКВ. Место и роль СКВ. Центральные прямоточные и рециркуляционные СКВ. Центральные многозональные, двухканальные, с местными доводчиками. Местные и местно-центральные СКВ. Основное оборудование и методы расчета. Понятие класса опасности вредных веществ. ПДК в рабочей зоне. Принципиальная схема общеобменной вентиляции, ее преимущества. Принципиальная схема локализирующей вентиляции ее преимущества. Способы создания воздухообмена в помещении. Уравнение баланса вредностей и теплоты в помещении. Общий вид и составляющие уравнения воздушного баланса помещения. Расчет теплотерь помещений через наружные ограждения. Расчет затрат теплоты на нагрев инфильтрирующего воздуха. Расчет теплоступлений в помещение. Таблица теплового баланса помещения. Расчет воздухообмена по тепловым избыткам. Расчет воздухообмена по влагоизбыткам. Расчет воздухообмена по газовым вредностям. Общая постановка задачи определения воздухообмена в помещении по балансным уравнениям. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Потери давления на трение и в местных сопротивлениях. Порядок аэродинамического расчета систем воздуховодов круглого и прямоугольного сечения. Увязка разветвлений и определение величины давления для подбора вентиляторов. Характеристики вентиляторов и методика их подбора. Нагревание и охлаждение воздуха. Классификация и конструкции калорифера и калориферных установок. Расчет калориферов. Способы регулирования температуры подогреваемого воздуха. Мероприятия, предотвращающие замерзание воды в калориферах. Поверхностные воздухоохладители. Конструктивные особенности и особенности расчета. Принципиальная схема системы отопления, ее конструктивные элементы. Классификация систем отопления. Характеристика теплоносителей, физические свойства, оценка применяемых систем. Тепловая мощность системы отопления. Работа системы отопления и теплотраты в течении отопительного сезона. Принципиальная схема насосной системы отопления при местном теплоснабжении. Циркуляционные насосы: подача и разность давления, создаваемого насосом; конструкция, характеристика и подбор насоса.</p>

	<p>Расширительный бак: назначение, конструкция. Принципиальные схемы присоединения систем отопления при централизованном теплоснабжении. Однотрубные системы отопления. Конструктивные и эксплуатационные особенности двухтрубных и однотрубных систем. Классификация однотрубных систем, определение температуры воды на участке стояка, определение падения температуры в приборе, бифилярные системы, технико-экономические показатели систем отопления. Динамика давления в местной системе с расширительным баком. Давления в зонах всасывания и нагнетания насоса. Динамика давления в системе без расширительного бака. Естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения воды в приборах и трубах. Расчетное циркуляционное давление в насосных системах отопления. Теоретические основы и методы гидравлического расчета. Цель гидравлического расчета. Выбор основного циркуляционного кольца. Гидравлический расчет участка. Понятие характеристики сопротивления и проводимости. Методы гидравлического расчета. Гидравлический расчет системы по удельной линейной потере. Способы расчета. Расчет основного циркуляционного кольца. Преобладание потерь давления в стояках и ветвях. Расчет дополнительных колец, невязка. Гидравлический расчет системы по характеристикам гидравлического сопротивления, особенности расчета, характеристика сопротивления стояка, способы ее расчета. Потокораспределение в системе. Перепад температуры воды в стояках и ветвях. Классификация отопительных приборов. Требования, предъявляемые к приборам, виды. Выбор и размещение приборов. Коэффициент теплопередачи приборов. Плотность теплового потока приборов. Расчет площади нагревательной поверхности приборов. Регулирование теплоотдачи приборов. Качественное и количественное, местное и индивидуальное регулирование. Ручная и автоматически действующая арматура для регулирования. Система воздушного отопления, особенности. Принципиальные схемы и классификация систем воздушного отопления. Количество и температура воздуха для отопления. Местное воздушное отопление, условия применения. Отопительные агрегаты, устройство, расчет. Рециркуляционные воздухонагреватели, схемы присоединения к теплопроводам, тепловой и аэродинамический расчеты. Центральное воздушное отопление, условия применения. Принципы теплового расчета воздухопроводов, достоинства и недостатки систем воздушного отопления. Подбор оборудования.</p>
<p>Технологии подготовки питательной воды на тепловых электрических станциях</p>	<p>Вода в теплоэнергетике. Значение обработки воды для обеспечения надежной и экономичной эксплуатации теплоэнергетического оборудования. Характеристика природных вод, их классификация. Основные показатели качества природных вод. Основы процессов водоподготовки. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных загрязнений. Обработка воды методом ионного обмена. Безреагентные методы обработки воды. Очистка воды от растворенных газов. Отложения в энергетическом оборудовании, способы их предотвращения и устранения. Состав, свойства и структура отложений в котлах, в теплообменном оборудовании, в тепловых сетях. Предотвращение образования отложений. Удаление отложений с поверхности парогенераторов и теплообменных аппаратов. Водоподготовительная установка. Зависимость структурной схемы водоподготовки от качества исходной воды. Зависимость структурной схемы водоподготовки от требований к питательной воде и пару различных параметров и назначения. Основные методы обработки воды. Структурная схема водоподготовительной установки. Назначение различных элементов структурной схемы водоподготовки.</p>

<p align="center">Паровые котельные установки</p>	<p>Технологическая схема парового котла, роль парового котла и парогенератора в схемах тепловых и атомных электрических станций. Характеристики органического топлива, подготовка топлива к сжиганию. Основные технологические схемы и конструкции элементов топливоподготовки и подачи. Механизм горения органического топлива, продукты сгорания. Технологические схемы золоудаления. Тепловой баланс котельного агрегата. Принципы конструирования топочных камер котла. Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева. Основные профили паровых котлов. Тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов атомных электрических станций. Внутри котловая гидродинамика. Температурный режим поверхностей нагрева. Теплогидравлическая развертка и гидродинамика нагрева. Водный режим котельного агрегата. Требования к качеству пара и питательной воде. Условия работы поверхностей нагрева. Принципы конструирования котельного агрегата. Тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчет котельного агрегата. Нестационарные процессы в парогенераторах. Основные положения эксплуатации котельных агрегатов. Обеспечение надежности в эксплуатации. Парогенераторы утилизационного типа для паровых установок. Особенности конструкции и расчета. Строительные конструкции и вспомогательное оборудование котла. Перспективы развития котельных агрегатов и парогенераторов.</p>
<p align="center">Газовые турбины и газотурбинные установки</p>	<p>Принцип действия осевой турбины. Понятие о реактивности осевой турбины. Одноступенчатая осевая турбина. Радиальные одноступенчатые турбины. Турбины со ступенями скорости. Турбины со ступенями давления. Адиабатный процесс расширения газа в сопле. Действительный процесс истечения газа. Расширение газа в каналах, образованных решеткой рабочих лопаток. Влияние геометрических параметров решетки профилей на ее КПД. Работа газа на лопатках турбины. Адиабатный и окружной КПД турбины. Тепловой процесс турбины со ступенями скорости и его расчет. Энергетические ГТУ с разомкнутым циклом. Характеристики термодинамических циклов ГТУ и их анализ. Конструктивная схема осевого компрессора. Характеристики многоступенчатых осевых компрессоров. Режимы работы компрессоров. Виды сжигаемых в камере сгорания ГТУ топлив. Назначение и основные характеристики камер сгорания ГТУ. Типы камер сгорания и их конструктивные схемы. Особенности сжигания топлива. Тепловой расчет камеры сгорания энергетической ГТУ. Камеры дожигания топлива в среде выходных газов ГТУ.</p>
<p align="center">Турбины тепловых электрических станций</p>	<p>Введение в курс и общая характеристика турбоустановок ТЭС. Классификация электрических станций и место турбомашин в них: маркировки паровых турбин ТЭС и основные сведения об их конструкциях; историческая справка о развитии теплоэнергетики и турбостроения. Особенности тепловых схем паротурбинных установок ТЭС: место паровой турбины в термодинамическом цикле; показатели экономичности паровых турбин и турбоустановок; особенности тепловых схем турбоустановок ТЭС. Влияние основных параметров пара на эффективность паротурбинной установки: влияние начальных значений давления и температуры пара, а также его конечного давления на эффективность турбоустановок; реализация промежуточного перегрева пара и регенеративного подогрева питательной воды; комбинированная выработка теплоты и электроэнергии на ТЭС. Турбинные ступени, их расчет и проектирование. Конструкция ступени осевого типа: система уравнений для расчетов термо- и</p>

газодинамических процессов в проточной части турбинной ступени; тепловая диаграмма процессов преобразования энергии в турбинных решетках; степень реактивности турбинной ступени; треугольники скоростей и методика их расчета. Мощность и экономичность турбинных ступеней: уравнения для расчетов усилий и мощности турбинной ступени; относительный лопаточный КПД ступени; двухвенечные ступени скорости. Выбор турбинных решеток для турбинных ступеней: геометрические, газодинамические и режимные характеристики турбинных решеток; выбор типа лопаток для решеток ступеней; определение экономичности сопловой и рабочей решеток. Методика теплового и аэродинамического расчета турбинной ступени: виды потерь в турбинной ступени и ее относительный внутренний КПД; потери на трение диска и лопаточного бандажа; потери от парциального подвода пара; лабиринтовые уплотнения и потери от утечек; потери от влажности водяного пара; зависимость относительного внутреннего КПД ступени. Методика расчета турбинной ступени: выбор исходных характеристик и параметров турбинной ступени; методики расчета турбинной ступени; особенности расчета и проектирования ступеней с длинными лопатками; законы закрутки турбинных лопаток. Проектирование и конструкции ступеней паровых турбин: особенности конструкций турбинных ступеней для цилиндров паровых турбин; правила их проектирования и нормативные документы; особенности радиально-осевых ступеней. Конструкции и особенности проектирования паровых турбин. Компоновки паровых турбин различного назначения: предельная мощность однопоточной конденсационной турбины; способы повышения предельной мощности; определение размеров последней ступени; компоновочные решения, показатели надежности и экономичности паровых турбин. Основные расчеты при проектировании многоцилиндровой паровой турбины: построение процесса расширения пара в проточной части турбины и оценки его расхода для реализации требуемой мощности турбоагрегата; расчет числа ступеней и распределение теплоперепадов по ступеням турбины; выбор частоты вращения валопровода турбоагрегатов, числа ЦНД и их компоновок. Обеспечение надежности основных элементов паровых турбин: расчет осевых усилий в валопроводе турбоагрегата и способы их компенсации; статическая прочность рабочих лопаток ступеней; выбор конструкции роторов ЦВД, ЦСД и ЦНД турбин и их уплотнений; требования ГОСТ к конструкциям турбин; примеры исполнения конденсационных паровых турбин ТЭС. Переменные режимы работы паровых турбин и системы их парораспределения. Общая характеристика переменных режимов: переменный режим турбинных решеток и турбинной ступени; переменный режим работы группы ступеней; закон Стодолы–Флюгеля; маневренность и программы регулирования энергоблоков; холостой ход турбоагрегата; моторный режим; режим горячего вращающегося резерва. Влияние отклонения начальных параметров водяного пара, параметров промперегрева и давления в конденсаторе на мощность турбин: Влияние начального давления. Влияние начальной температуры и температуры промперегрева. Влияние конечного давления на мощность паровой турбины. Способы парораспределения паровых турбин: дроссельное парораспределение; сопловое парораспределение; обводное парораспределение; выбор системы парораспределения; регулирование мощности турбоагрегатов способом скользящего давления. Турбины для комбинированной выработки теплоты и электрической энергии. Конденсационные установки.

	<p>Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии: турбины с противодавлением; турбины с промежуточным регулируемым отбором пара (тип Т) и их диаграммы режимов; турбины с двумя регулируемыми отборами пара (тип ПТ) и их диаграммы режимов; турбины с двухступенчатым отопительным отбором пара; энергетические характеристики теплофикационных паровых турбин. Конденсационные установки паровых турбин: схема конденсационной установки и устройство конденсатора; тепловые процессы в конденсаторе и его тепловой баланс; компоновки и конструкции конденсаторов паровых турбин; методика расчета конденсатора. Основы эксплуатации конденсационных установок: характеристика конденсатора и переменный режим его работы; воздухоотсасывающие устройства; особенности эксплуатации конденсационной установки. Системы автоматического регулирования, защиты и маслоснабжения турбоагрегатов. Системы автоматического регулирования: основные задачи САР и принципиальная схема САР турбоагрегата; статическое и астатическое регулирование; параллельная работа турбоагрегатов в сети; схемы САР конденсационных и теплофикационных турбин. Системы аварийной защиты турбоагрегатов: основные системы защиты паровых турбин; особенности систем защиты для конденсационных и теплофикационных турбин; требования ГОСТ к системам регулирования и защиты турбоагрегатов. Системы маслоснабжения паровых турбин: схемы маслоснабжения; аварийная смазка турбин; эксплуатация турбинных масел; конструкции подшипников валопровода паровых турбин. Вибрационная надежность турбин и оценки прочности их основных элементов. Вибрационная надежность турбоагрегатов: низкочастотная вибрация; вибрация оборотной частоты; высокочастотная вибрация; контроль и нормы вибрации; предупреждение повышенной вибрации валопровода; системы вибромониторинга и диагностики. Колебания лопаточного аппарата турбин: формы колебаний рабочих лопаток; расчет частот колебаний пакетов лопаток; вибрационная диаграмма лопаточного аппарата; правила отстройки от резонансных состояний. Конструкции и оценки надежности элементов валопровода турбоагрегата: оценка надежности ротора паровой турбины; расчеты критических частот вращения ротора; напряжения и деформации во вращающемся диске; расчет напряжений в диске; определение натяга и освобождающей частоты вращения; требования к надежности и ресурсным характеристикам роторов паровых турбин. Расчеты на прочность основных деталей статора турбины: конструкции и расчеты толщины корпусов турбин; напряженное состояние фланцевого разъема корпуса; оценки надежности диафрагм; материалы, применяемые для изготовления паровых турбин. Основы эксплуатации и ремонта паровых турбин. Основы эксплуатации турбоагрегатов: задачи эксплуатации и критерии надежности в работе турбин; особенности пусков и останова турбин. Основы ремонта паровых турбин: характерные неполадки при эксплуатации паровых турбин; организация ремонта паротурбинных агрегатов.</p>
<p>Тепловые схемы и режимы работы тепловых электрических станций</p>	<p>Тепловые схемы тепловых электрических станций. Классификация электрических станций. Принципиальная схема конденсационной электрической станции (КЭС). Принципиальная тепловая схема тепловой электроцентрали (ТЭЦ). Принципиальная схема газотурбинной установки (ГТУ). Принципиальная схема парогазовой установки (ПГУ). Технологическая схема тепловой электрической станции. Энергетические показатели конденсационных электростанций. Показатели тепловой</p>

	<p>экономичности. Промежуточный перегрев пара на КЭС. Влияние конечного давления на тепловую экономичность цикла. Регенеративный подогрев питательной воды на КЭС. Определение энергетических показателей конденсационных паротурбинных установок. Энергетические показатели теплоэлектростанций. Расходы пара и теплоты на ТЭЦ. Тепловая экономичность комбинированной выработки теплоты и электроэнергии. Затраты топлива. Вспомогательное оборудование тепловых электрических станций. Подогреватели низкого и высокого давления. Схемы поверхностных регенеративных подогревателей. Схемы включения поверхностных подогревателей в систему регенеративного подогрева. Схемы подогрева питательной воды в водоподогревателях. Термические деаэрационные установки. Схемы включения деаэратора. Питательные и конденсатные насосы. Схемы включения приводных турбин питательных насосов. Тепловые схемы КЭС. T-S диаграмма. Характерные тепловые схемы паровых турбоустановок. Тепловые схемы турбоустановок с и без деаэратора. Основы проектирования тепловой схемы КЭС. Тепловые схемы теплоэлектростанций. T-S диаграмма. Характерные тепловые схемы теплофикационных турбоустановок. Полные тепловые схемы электростанций. Состав полной тепловой схемы ТЭЦ. Тепловые схемы газотурбинных установок ТЭС. T-S диаграмма. Тепловые схемы парогазовых установок ТЭС. T-S диаграмма. Методы расчета тепловых схем тепловых электрических станций. Элементы теории графов, топологические матрицы. Сильно связный граф и сильно связная компонента. Применение теории графов для решения задачи расчета стационарных режимов сложных систем. Методы расчета теплообменных систем. Последовательный, совместно последовательный и комбинированный методы расчета теплообменных систем сложной структуры. Проверочные расчеты тепловых схем турбоустановок. Расчет узла тепловой схемы в виде трехзонного поверхностного подогревателя. Режимы работы тепловых электрических станций. Общая характеристика режимов работы ТЭС. Маневренные характеристики оборудования. Классификация и характеристика режимов работы ТЭС. Гидравлический расчет трубопроводов ТЭС. Использование CFX ANSYS при гидравлическом и тепловом расчете схемы ТЭС. Работа ТЭС на переменных режимах. Способы регулирования режимов работы ТЭС Остановочно-пусковые режимы работы ТЭС. Моторный режим работы ТЭС. Режим горячего вращающегося резерва. Способы получения пиковой мощности. Режимы работы и эксплуатации ГТУ и ПГУ.</p>
<p>Топливное хозяйство тепловых электрических станций</p>	<p>Энергетическое топливо Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины. Классификация энергетического топлива. Состав углеводородных топлив. Методы определения основных характеристик топлив: влагосодержание, зольность, выход летучих, теплота сгорания. Плотность топлива. Теплоёмкость жидкого топлива. Температура застывания. Температура вспышки. Механизм реакции горения углеводородного топлива. Основы расчётов горения топлив. Теплота сгорания при различных условиях горения. Состав продуктов сгорания. Условия полного сгорания топлив. Механизмы образования загрязняющих веществ при сжигании углеводородного топлива. Особенности горения газообразных, жидких и твёрдых топлив. Топливное хозяйство ТЭС на газообразном топливе Природное газовое топливо и газовое хозяйство ТЭС. Характеристики газопроводов. Способы прокладки газопроводов на территории ТЭС.</p>

	<p>Характеристика и состав оборудования газораспределительных пунктов и газорегуляторных установок. Особенности систем газоснабжения газотурбинных, парогазовых и паротурбинных ТЭС с высоконапорными парогенераторами. Методика расчёта регуляторов давления. Системы автоматики ГРП. Безопасность газового хозяйства. Топливное хозяйство ТЭС на жидком топливе. Состав и характеристики мазутов. Типы и технологические схемы мазутного хозяйства. Оборудование мазутного хозяйства. Склады жидкого топлива. Методология расчёта технологической схемы мазутного хозяйства и обоснования выбора основного и вспомогательного оборудования. Безопасность мазутного хозяйства. Топливное хозяйство ТЭС на твёрдом топливе. Характеристики и свойства твёрдого топлива. Технологическая схема топливоподачи и основные нормативные требования к ней. Приёмка и разгрузка топлива. Размораживающие устройства. Вагоноопрокидыватели и узел перегрузки. Топливные склады. Нормативные требования по складированию и хранению топлива. Дробильный завод. Ленточные конвейеры, основные их узлы. Питатели угля, металло- и щепоуловители. Обеспыливание тракта топливоподачи. Учёт топлива и весовое хозяйство. Автоматизация топливоподачи. Пылеприготовление на ТЭС. Физические основы пылеприготовления. Свойства угольной пыли. Закон измельчения топлива. Экономическая тонкость помола. Основные типы углеразмельных мельниц. Системы пылеприготовления. Пылеприготовительное оборудование: сепараторы пыли, циклоны пылевые, питатели пыли, мигалки. Тепловой и воздушный баланс системы пылеприготовления. Системы золошлакоудаления на ТЭС. Химико-минералогический состав и классификация золошлаковых материалов (ЗШМ). Геометрические и физические характеристики ЗШМ. Выход золошлаковых материалов. Технологическая схема гидрозолоудаления (ГЗУ). Шлакоудаляющие устройства и шлакодробилки, золосмывные устройства. Основы расчёта внутристанционного базнапорного гидротранспорта. Расчёт систем внешнего напорного гидротранспорта ЗШМ. Насосы и трубопроводы систем ГЗУ. Золоотвалы. Водоснабжение систем ГЗУ. Автоматизация золошлакоудаления. Экологические аспекты. Пневматическое и пневмогидравлическое золоудаление. Виды пневмотранспорта. Схемы систем пневмозолоудаления. Оборудование пневмо- и пневмогидротранспортных установок. Расчёт систем пневмозолоудаления. Использование золошлаковых материалов. Борьба с загрязнением окружающей среды. Характеристика выбросов в атмосферу загрязняющих и токсичных веществ. Способы подготовки сернистых топлив к сжиганию. Методы подавления образования окислов азота в топках котлов и камерах сгорания энергетических газотурбинных установок (ГТУ). Методы предотвращения загрязнения водоёмов. Характеристика и методы очистки сточных вод электростанций.</p>
<p>Альтернативные источники энергии</p>	<p>Введение. Состояние и перспективы использования альтернативных источников энергии. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и динамика потребления энергоресурсов, политика России в области альтернативных источников энергии. Роль альтернативных источников энергии в современном мире и перспективы их использования, экологические проблемы. Солнечная энергия и ее преобразование. Мощность и спектр солнечного излучения за пределами Земли и на ее поверхности. Солнечная постоянная и ее вариации в течение года. Конструкции и материалы солнечных элементов.</p>

	<p>Плоские и вакуумные солнечные коллекторы, их конструктивные особенности. КПД солнечного коллектора. Солнечные системы теплоснабжения. Активные и пассивные системы. Тепловые схемы. Концентраторы солнечной энергии и их свойства. Конструкция параболоцилиндрических, параболических концентраторов. Виды солнечных электростанций и масштабы их практического использования. Энергия ветра и ее преобразование. Место ветровых энергоустановок в современном мире. Происхождение ветра, ветровые зоны России. Классификация ветродвигателей по принципу работы, работа поверхности при действии на нее силы ветра. Работа ветрового колеса. Ориентация лопасти ВЭУ в ветровом потоке. Угол атаки. Коэффициент быстроходности. Расчет мощности ВЭУ. Теоретический предел коэффициента мощности. Понятие идеального и реального ветряка. Классическая теория идеального ветряка. Теория реального ветряка, работа элементарных лопастей ветроколеса, момент и мощность всего ветряка. Энергия геотермальных источников теплоты. Геотермальная энергия и ее место в современной энергетике. Тепловой режим земной коры. Подземные термальные воды, запасы и распространение. Состояние геотермальной энергетике в России. Использование геотермальной энергии для теплоснабжения жилых и производственных зданий. Тепловые схемы геотермальных электростанций, проблемы и пути их решения. Энергетические ресурсы океана и их использование. Ресурсы энергии океана. Основы преобразования энергии волн. Использование энергии приливов и морских течений. Мощность приливных течений и приливного подъема воды. Общая характеристика технических решений. Принципы работы установок ОТЭС, волновых и приливных электростанций, потенциал их использования. Биотопливо и перспективы его использования. Биотопливо и перспективы его использования. Использование биотоплива для энергетических целей. Пиролиз. Термохимические процессы. Использование этанола в качестве топлива. Спиртовая ферментация. Вторичные энергетические ресурсы, способы использования. ВЭР понятия и источники, способы использования и преобразования. Использование ВЭР для получения тепловой энергии. Использование теплоты отработавших газов, испарительного охлаждения, низкого потенциала. Системы аккумулирования энергии.</p>
<p>Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций</p>	<p>Теплообменные аппараты. Рекуперативные теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов. Теплоносители. Конструкции теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Секционные теплообменники. Спиральный теплообменник. Пластинчатые теплообменники. Высокотемпературные рекуператоры. Конструктивный расчет и тепловые расчеты аппаратов поверхностного типа. Порядок проектирования аппаратов поверхностного типа. Конструктивный тепловой расчет. Определение среднего температурного напора. Коэффициент теплопередачи. Определение конструктивных размеров аппаратов и коэффициентов теплоотдачи в аппаратах с теплоносителями не меняющими агрегатного состояния. Теплоотдача при конденсации пара. Теплоотдача при кипении жидкости. Графоаналитический метод определения коэффициента теплопередачи и поверхностного нагрева. Проверочный расчет теплообменных аппаратов. Гидравлический расчет теплообменного аппарата поверхностного типа. Расчет на прочность кожухотрубчатого теплообменного аппарата. Компактные аппараты с ребристыми поверхностями нагрева.</p>

	<p>Типы и конструкции ребристых теплообменников. Расчет ребристых теплообменников. Регенеративные подогреватели низкого и высокого давления. Типы и конструкции. Особенности теплового расчета подогревателей низкого и высокого давления поверхностного и смешительного типа. Теплообменные аппараты со смешиванием теплоносителей. Типы и конструкции, особенности режима работы и их тепловой расчет. Теплообменные аппараты периодического действия. Типы рекуперативных аппаратов периодического действия. Расчет аппаратов периодического действия. Регенераторы. Типы и схемы регенераторов. Теплообмен в регенераторах. Тепловой расчет регенераторов. Деаэраторы. Деаэраторы. Типы и конструкции деаэраторов. Тепловой конструктивный расчет. Вентиляторы и тягодутьевые машины. Вентиляторы. Назначение, типы вентиляторов и конструкции. Особенности вентиляторов дымососных установок. Тягодутьевые машины. Классификация и назначение Условия работы и требования к тягодутьевым машинам. Конструкции дымососов и вентиляторов для котельных установок. Дымососы одностороннего и двухстороннего всасывания. Дутьевые вентиляторы. Мельничные вентиляторы. Вспомогательное оборудование и системы применяемые на ТЭС. Конденсатоотводчики. Назначение, типы конденсатоотводчиков. Термостатические конденсатоотводчики. Поплавковые конденсатоотводчики. Установка и контроль за работой конденсатоотводчиков. Испарители. Назначение, классификация испарителей. Схемы включения испарителей. Тепловой расчет испарителей. Охладители масла. Назначение, классификация и характеристики маслоохладителей паротурбинных установок. Схемы включения охладителей масла в системы маслоснабжения стационарных паротурбинных установок. Тепловой расчет маслоохладителей. Подогреватели мазута. Назначение, классификация и мазутоподогревателей тепловых электрических станций. Схемы включения подогревателей мазута в системы подготовки жидкого топлива на тепловых электрических станций. Тепловой расчет подогревателей мазута. Системы золоулавливания и шлакоудаления. Классификация золоуловителей. Степень очистки золоуловителей. Сухие инерционные золоуловители. Мокрые золоуловители. Электрофильтры и их конструкции. Системы топливоподачи (уголь, газ, мазут)</p>
<p align="center">Специальные главы теплотехники</p>	<p>Введение в тепломассообмен. Способы переноса теплоты. Основные определения, терминология. Способы тепло- и массопереноса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия. Феноменологический метод изучения явлений тепло- и массообмена. Определение основных понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока вектор плотности теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей и твёрдых тел. Тепловое взаимодействие потока жидкости с обтекаемой поверхностью твердого тела. Закон Ньютона-Рихмана. Теплопередача. Одномерные стационарные задачи теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент температуропроводности. Перенос теплоты в плоской и цилиндрической стенке при постоянном и переменном коэффициенте теплопроводности. Теплопередача через однослойную и многослойную стенку. Термические сопротивления. Коэффициент теплопередачи. Особенности теплопередачи через цилиндрическую стенку. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру. Температурное поле при наличии в теле источников теплоты (пластина,</p>

цилиндрический стержень). Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи. Теплопередача через оребренную стенку. Коэффициент эффективности ребра. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Одномерные линейные нестационарные задачи теплопроводности. Нестационарные задачи теплопроводности. Метод разделения переменных решения линейного уравнения теплопроводности (Фурье). Число Био. Безразмерное время (число Фурье). Температурное поле в процессе охлаждения (нагрева) безграничной пластины, бесконечно длинного цилиндра и некоторых тел конечных размеров. Задача об охлаждении (нагревании) полугограниченного тела как модель начального периода нестационарной теплопроводности тела произвольной формы. Регулярный режим охлаждения. Определение теплофизических свойств материалов методом регулярного режима. Теоремы Кондратьева. Введение в конвективный теплообмен. Безразмерные комплексы: число Рейнольдса, число Грасгофа, число Релея, число Нуссельта. Физические свойства жидкостей и газов, существенные для процесса конвективного теплообмена. Классификация теплоносителей по числу Прандтля. Турбулентность. Турбулентная теплопроводность, вязкость, турбулентное число Прандтля. Внешняя задача конвективного теплообмена. Теплообмен и сопротивление при ламинарном и турбулентном пограничном слое на пластине. Аналогия Рейнольдса. Теплообмен при вынужденном внешнем обтекании трубы и пучка труб. Теплоотдача при свободном движении жидкости около тел (пластина, труба), находящихся в неограниченном объеме жидкости. Свободная конвекция в ограниченном объеме (щели, зазоры). Конвективная теплоотдача при течении жидкости в трубах (каналах). Теплообмен при движении теплоносителей в трубах и каналах. Местный и средний коэффициенты теплоотдачи. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении в трубе. Вязкостный и вязкостно-гравитационный режимы. Турбулентное движение в трубах. Формулы Михеева и Петухова. Интеграл Лайона. Интенсификация конвективного теплообмена при течении теплоносителя в трубах и каналах. Теплоотдача при фазовых превращениях теплоносителя. Влияние внешних факторов на теплоотдачу при конденсации. Теплообмен при кипении жидкостей. Кривая кипения. Пузырьковое и плёночное кипение. Расчёт коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении в большом объеме. Критические тепловые нагрузки при кипении. Теплоотдача при плёночном кипении. Кипение в трубах. Кризисы теплоотдачи первого и второго рода. Расчёт коэффициентов запаса до кризиса. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднеарифметический температурный напор. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямотока и противотока. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов. Понятие о расчёте смешительных теплообменников и о расчёте регенеративных теплообменных аппаратов. Теплообмен излучением в системе тел, разделенных диатермичной средой. Физическая природа теплового излучения. Классификация потоков излучения. Формула Поляка. Интегральные и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения. Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела.

	<p>Лучистый теплообмен в замкнутой системе серых тел, разделенных диатермичной средой. Угловые коэффициенты излучения. Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами; телом и оболочкой; экранирование излучения. Основы расчета теплообмена излучением между излучающей и поглощающей средой и поверхностями нагрева теплообменных устройств. Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе – поглощающей средой (серое приближение). Расчёт теплообмена в системе типа «газ в оболочке». Закон Бугера. Определение поглощательной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания). Понятие о методах расчёта сложного теплообмена. Основные понятия массообмена. Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Термо и бародиффузия. Конвективная массоотдача. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля</p>
<p>Промышленная вентиляция и кондиционирование</p>	<p>Кондиционирование. Химический состав воздуха, основные газовые законы. Основные параметры влажного воздуха. Построение I -D диаграммы влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха на I-D диаграмме. Угловой коэффициент луча процесса в помещении. Процессы изохлорного и изотермического увлажнения воздуха. Политропные процессы. Определение параметров смеси влажного воздуха. Санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к воздушному и тепловому режиму помещения. Понятие теплового комфорта человека. Технологические требования к воздушному и тепловому режиму помещения. Расчетные параметры наружного воздуха. Расчетные параметры внутреннего воздуха. Назначение систем кондиционирования воздуха (СКВ) в общем комплексе кондиционирования микроклимата здания. Требования к среде технологических производственных процессов. Основные нормы. Структурные схемы СКВ. Классификация СКВ. Требования к СКВ. Место и роль СКВ. Центральные приточные и рециркуляционные СКВ. Центральные многозональные, двухканальные, с местными доводчиками. Местные и местно-центральные СКВ. Основное оборудование и методы расчета. Вентиляция. Понятие класса опасности вредных веществ. ПДК в рабочей зоне. Принципиальная схема общеобменной вентиляции, ее преимущества. Принципиальная схема локализующей вентиляции ее преимущества. Способы создания воздухообмена в помещении. Уравнение баланса вредностей и теплоты в помещении. Общий вид и составляющие уравнения воздушного баланса помещения. Расчет теплотерь помещений через наружные ограждения. Расчет затрат теплоты на нагрев инфильтрирующего воздуха. Расчет теплоступлений в помещение. Таблица теплового баланса помещения. Расчет воздухообмена по тепловым избыткам. Расчет воздухообмена по влагоизбыткам. Расчет воздухообмена по газовым вредностям. Общая постановка задачи определения воздухообмена в помещении по балансным уравнениям. Определение воздухообмена для теплого и холодного периодов. Определение воздухообмена в случае применения рециркуляции. Определение параметров воздуха при известном воздухообмене. Определение температуры воздуха в верхней зоне помещения. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Потери давления на трение и в местных сопротивлениях. Порядок аэродинамического расчета систем воздуховодов круглого и прямоугольного сечения. Увязка</p>

	<p>разветвлений и определение величины давления для подбора вентиляторов. Характеристики вентиляторов и методика их подбора. Нагревание и охлаждение воздуха. Классификация и конструкции калорифера и калориферных установок. Расчет калориферов. Способы регулирования калориферов. Способы регулирования температуры подогреваемого воздуха. Мероприятия, предотвращающие замерзание воды в калориферах. Поверхностные воздухоохладители. Конструктивные особенности и особенности расчета. Принципы расчета и устройства промышленной вентиляции. Местная вытяжная вентиляция от пылящего оборудования. Расчет количества удаляемого воздуха при аспирации перегрузочных узлов сыпучего материала. Местная вытяжная вентиляция от пылетеплогазовыделяющего оборудования. Метод расчета количества удаляемого воздуха от теплогазоисточников. Вытяжные зонты. Местная вытяжная вентиляция от оборудования металлургических предприятий и термических цехов. Приточно-вытяжная вентиляция помещений с тепловлаговыведениями. Вентиляция сварочных цехов и производств. Анализ существующих технических решений приточно-вытяжной вентиляции. Расчет и устройство местной вытяжной вентиляции сварочных постов. Воздушно-тепловые завесы. Дымоудаление. Основные понятия, термины и определения. Основные нормативные требования в области проектирования систем дымоудаления. Устройства противодымной вентиляции. Классификация и область применения противопожарных клапанов. Электрические приводы. Вентиляторы дымоудаления. Методика расчета противодымной вентиляции. Расчет объемов вытяжного воздуха противодымной вентиляции.</p>
<p>Водный режим тепловых электрических станций</p>	<p>Вода в теплоэнергетике. Значение обработки воды для обеспечения надежной и экономичной эксплуатации теплоэнергетического оборудования. Характеристика природных вод, их классификация. Основные показатели качества природных вод. Основы процессов водоподготовки. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных загрязнений. Обработка воды методом ионного обмена. Безреагентные методы обработки воды. Очистка воды от растворенных газов. Отложения в энергетическом оборудовании, способы их предотвращения и устранения. Состав, свойства и структура отложений в котлах, в теплообменном оборудовании, в тепловых сетях. Предотвращение образования отложений. Удаление отложений с поверхности парогенераторов и теплообменных аппаратов. Водоподготовительная установка. Зависимость структурной схемы водоподготовки от качества исходной воды. Зависимость структурной схемы водоподготовки от требований к питательной воде и пару различных параметров и назначения. Основные методы обработки воды. Структурная схема водоподготовительной установки. Назначение различных элементов структурной схемы водоподготовки.</p>
<p>Энергетические котельные установки</p>	<p>Введение. Технологическая схема парового котла. Роль парового котла и парогенератора в схемах тепловых и атомных электрических станций. Характеристики органического топлива. Вид и состав. Подготовка топлива к сжиганию. Способы сжигания твердого топлива. Сжигание жидкого и газообразного топлива. Механизм горения органического топлива. Продукты сгорания топлива. Основы теории топочных процессов. Технологические схемы золоудаления. Тепловой баланс котельного агрегата. Потери тепла. Принципы конструирования топочных камер котла. Теплообмен в топочной камере. Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева. Теплообмен в конвективных поверхностях</p>

	<p>нагрева. Тепловые характеристики и принципиальные схемы парогенераторов. Внутри котловая гидродинамика. Температурный режим поверхностей нагрева. Теплогидравлическая развертка в поверхностях нагрева. Водный режим котельного агрегата. Требования к качеству пара и питательной воде. Нестационарные процессы в парогенераторах. Основные положения эксплуатации котельных агрегатов. Обеспечение надежности в эксплуатации. Строительные конструкции и вспомогательное оборудование котла. Эксплуатация энергетических котлов. Парогенераторы утилизационного типа для парогазовых установок. Особенности конструкции и расчета. Тепловой, аэродинамический, гидравлический и прочностной расчет котельного агрегата. Перспективы развития котельных агрегатов и парогенераторов.</p>
<p>Режимы работы и эксплуатации парогазовых тепловых электрических станций</p>	<p>Понятие о комбинированном, бинарном и парогазовом циклах. Парогазовые циклы. Особенности газотурбинного цикла ПГУ. Классификация ПГУ. Утилизационные ПГУ. ПГУ с параллельной схемой. ПГУ с дожиганием. ПГУ с газопаровой турбиной. Сбросные ПГУ. ПГУ с высоконапорным парогенератором. ПГУ с нагревом питательной воды выхлопными газами ГТУ. Цель, задачи теплового расчета ПГУ. Исходные данные и последовательность расчета тепловой схемы. Расчет мощности паровой турбины. Определение экономических показателей. Расчет тепловой схемы одноконтурной ПГУ. Расчет тепловой схемы двухконтурной ПГУ. Расчет тепловой схемы трехконтурной ПГУ. Режимы работы ПГУ. Понятие об энергетической характеристике ПГУ. Энергетические характеристики ГТУ. Энергетические характеристики котла-утилизатора. Энергетические характеристики паротурбинной установки. Особенности реализации пусковых и остановочных режимов ПГУ. Пусковые схемы утилизационных ПГУ. Технология пуска моноблоков. Особенности технологических пусков парогазовых дубль-блоков. Аварийные режимы ПГУ.</p>
<p>Режимы работы и эксплуатации паротурбинных тепловых электрических станций</p>	<p>Введение. Графики нагрузок и режимы работы электростанций. Эксплуатация энергоблоков и станций с поперечными связями при стационарных нагрузках, режимные карты и нормативные характеристики энергоблоков. Работа основного и вспомогательного оборудования в переходных режимах и на частичных нагрузках. Маневренные характеристики оборудования. Регулировочный диапазон энергоблоков ТЭС и способы его расширения. Основные факторы, определяющие регулировочный диапазон. Эксплуатация оборудования ТЭС при участии в регулировании графиков нагрузки. Пусковые схемы и технология пусков из различных состояний. Температурные напряжения в элементах оборудования в переходных режимах. Эксплуатация масляного хозяйства и маслосистем. Эксплуатация систем технического водоснабжения ТЭС. Эксплуатация топливно-транспортного хозяйства и систем гидрозолоудаления. Особенности эксплуатации оборудования ТЭС. Диаграммы режимов агрегатов с регулируемыми отборами. Перегрузочные возможности основного оборудования ТЭС. Правила и нормы технической эксплуатации ТЭС. Аварийные режимы ТЭС</p>
<p>Эксплуатационные режимы работы тепловых электрических станций</p>	<p>Тепловые электрические станции. Классификация электрических станций. Принципиальная схема конденсационной электрической станции (КЭС). Принципиальная тепловая схема тепловой электроцентрали (ТЭЦ). Принципиальная схема газотурбинной установки (ГТУ). Принципиальная схема парогазовой установки (ПГУ). Технологическая схема тепловой электрической станции. Энергетические</p>

	<p>показатели конденсационных электростанций. Показатели тепловой экономичности. Промежуточный перегрев пара на КЭС. Влияние конечного давления на тепловую экономичность цикла. Регенеративный подогрев питательной воды на КЭС. Определение энергетических показателей конденсационных паротурбинных установок. Энергетические показатели теплоэлектроцентралей. Расходы пара и теплоты на ТЭЦ. Тепловая экономичность комбинированной выработки теплоты и электроэнергии. Затраты топлива. Вспомогательное оборудование тепловых электрических станций. Подогреватели низкого и высокого давления. Схемы поверхностных регенеративных подогревателей. Схемы включения поверхностных подогревателей в систему регенеративного подогрева. Схемы подогрева питательной воды в водоподогревателях. Термические деаэрационные установки. Схемы включения деаэратора. Питательные и конденсатные насосы. Схемы включения приводных турбин питательных насосов. Тепловые схемы КЭС. T-S диаграмма. Характерные тепловые схемы паровых турбоустановок. Тепловые схемы турбоустановок с и без деаэратора. Основы проектирования тепловой схемы КЭС. Тепловые схемы теплоэлектроцентралей. T-S диаграмма. Характерные тепловые схемы теплофикационных турбоустановок. Полные тепловые схемы электроцентралей. Состав полной тепловой схемы ТЭЦ. Тепловые схемы газотурбинных установок ТЭС. T-S диаграмма. Тепловые схемы парогазовых установок ТЭС. T-S диаграмма. Режимы работы тепловых электрических станций. Общая характеристика режимов работы ТЭС. Маневренные характеристики оборудования. Классификация и характеристика режимов работы ТЭС. Гидравлический расчет трубопроводов ТЭС. Использование CFX ANSYS при гидравлическом и тепловом расчете схемы ТЭС. Работа ТЭС на переменных режимах. Способы регулирования режимов работы ТЭС. Остановочно-пусковые режимы работы ТЭС. Моторный режим работы ТЭС. Режим горячего вращающегося резерва. Способы получения пиковой мощности. Режимы работы и эксплуатации ГТУ и ПГУ. Методы расчета тепловых схем тепловых электрических станций. Элементы теории графов, топологические матрицы. Сильно связный граф и сильно связная компонента. Применение теории графов для решения задачи расчета стационарных режимов сложных систем. Методы расчета теплообменных систем. Последовательный, совместно последовательный и комбинированный методы расчета теплообменных систем сложной структуры. Поверочные расчеты тепловых схем турбоустановок. Расчет узла тепловой схемы в виде трехзонного поверхностного подогревателя.</p>
<p>Проектирование и эксплуатация систем производства и распределения технологических энергоносителей</p>	<p>Введение. Характеристика и показатели систем производства и распределения энергоносителей. Назначение и основное содержание курса, связь его со смежными дисциплинами. Современные масштабы и перспективы производства и потребления энергоносителей промышленными предприятиями. Системы обеспечения энергоносителями потребителей промышленного предприятия, их классификация. Элементы системы "производство – коммуникация - потребитель" и их взаимосвязь. Функционирование системы и ее основные характеристики. Использование в ее составе ВЭР предприятия. Режимы производства и потребления энергоносителей. Системы производства и распределения сжатого воздуха. Состав, параметры и физические свойства атмосферного сжатого воздуха. Характеристика сжатого воздуха как энергоносителя. Классификация потребителей сжатого</p>

воздуха. Требования к качеству (содержание влаги, пыли и других примесей) технологического и силового воздуха. Графики расхода сжатого воздуха потребителями. Определение средне- максимальной и максимально-длительной нагрузок на компрессорную станцию. Рабочее давление компрессоров при централизованной и децентрализованной системе производства сжатого воздуха, технико-экономическое сопоставление этих систем. Схемы воздухопроводов при централизованной системе производства сжатого воздуха. Расчет воздухопроводов (номограммный и на ЭВМ). Элементы конструкций сетей сжатого воздуха. Прокладка воздухопроводов. Типы компрессорных станций промышленных предприятий. Выбор типа и количества компрессоров, устанавливаемых на компрессорной станции при заданной расчетной нагрузке и рабочем давлении. Технологические схемы станций и их расчет. Методы регулирования производительности компрессоров на компрессорной станции. Вспомогательное оборудование компрессорных станций; его назначение, конструкции, режим работы, методы расчета. Типовые компоновочные решения компрессорных станций. Особенности компоновки компрессорных станций различных производств. Учет норм охраны труда, санитарных норм и требований гражданской обороны при проектировании и эксплуатации компрессорных станций. Учет выработки сжатого воздуха и нормирование расхода электроэнергии на его производство. Пути совершенствования схем и установок воздухообеспечения промпредприятий. Газоснабжение. Классификация горючих газов, их характеристики. Особенности газообразного топлива. Область применения. Приборы и установки для сжигания газа: горелочные устройства, бытовые газовые приборы, отопительные котлы, промышленные печи и установки. Газопроводы и сооружения на них: внутренние и наружные, условия прокладки, схемы газоснабжения. Газорегулирующие пункты и установки. Типы регуляторов давления, назначение, принцип действия. Предохранительные устройства. Расчетные расходы газа. Нормы газопотребления. Режимы газопотребления. Гидравлический расчет газовых сетей. Проектирование и расчет газопроводов высокого и среднего давления. Системы производства и распределения искусственного холода. Характеристика потребителей искусственного холода на предприятиях, их требования к хладагентам и температурным уровням холода. Методы определения расчетной потребности в холоде предприятия его цехов и установок. Централизованный и децентрализованный способы производство холода; масштабы в области их экономического применения, используемые типы холодильных установок. Роль отечественной науки в создании эффективных холодильных установок. Станции и цеха централизованной выработки холода для предприятий; методы составления и расчета их технологических схем. Выбор типа и количества основного и вспомогательного оборудования холодильных станций; назначение оборудования, конструктивное оформление, методы расчета, режим работы. Хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей. Защита от теплопритоков и коррозии. Энергетические и экономические показатели систем производства и транспортировки холода. Компоновка оборудования и холодильных установок и станций с учетом требований охраны труда, противопожарной техники, санитарных норм и гражданской обороны. Комбинированные системы холодо- и теплоснабжения и другие пути совершенствования систем холодоснабжения и их элементов. Модуль 5. Системы и установки обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Кислород и

его роль в интенсификации многих технологических процессов химических, металлургических и других производств; внедрение прогрессивной технологии, снижение загрязнения воздуха и окружающей среды. Использование в промышленности других продуктов разделения воздуха. Характеристика промышленных потребителей по расходам, концентрации влажности и другим параметрам используемого кислорода и азота. Специфика режимов и графиков потребления. Определение потребности предприятия, его цехов и установок в кислороде и азоте. Методы промышленного получения кислорода и азота. Роль отечественных ученых в развитии и создании воздухоразделительной техники. Воздухоразделительные установки; используемые в них термодинамические процессы и холодильные циклы. Особенности низкотемпературного разделения воздуха на компоненты. Однократная и двукратная ректификация. Современные воздухоразделительные установки; их классификация, технологические схемы, области применения, энергетические и экономические показатели, используемые материалы. Методы расчета технологических схем воздухоразделительных установок. Промышленные станции производства продуктов разделения воздуха; выбор типа и количества установок на станции, режимов работы, методы аккумулирования продукции, способов резервирования установок. Назначение, конструкции, режимы работы и основные элементы расчета оборудования разделительных станций. Типовые компоновки воздухоразделительных станций. Энергетические и экономические показатели воздухоразделительных станций. Возможности снижения себестоимости при комплексном использовании всех продуктов разделения воздуха. Требования охраны труда, противопожарной техники и гражданской обороны при проектировании и эксплуатации воздухоразделительных станций. Системы производственного водоснабжения. Основные направления использования воды на промышленных предприятиях. Методы определения расчетной потребности в воде и на производственно-технические, противопожарные и хозяйственно-питьевые нужды предприятия. Характеристика потребителей технической воды и их требований к параметрам и надежности водоснабжения. Реальные графики технического водопотребления предприятий. Системы производственного водоснабжения; их схемы, состав основных сооружений. Обратные системы водоснабжения – средство снижения потребления природной воды. Расчетные режимы по давлениям и расходам воды в элементах обратных систем водоснабжения. Водо-солевой режим обратных систем. Каскадное использование воды и создание бессточных систем водоснабжения. Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения для повторного использования чистых промышленных вод; их конструкции, методы расчета. Выбор типа охлаждающих установок. Системы оборотного водоснабжения для повторного использования загрязненных промышленных вод. Сооружения для очистки оборотной воды от промышленных загрязнений; их конструкции, режимы, методы расчета. Насосные станции систем водоснабжения; их назначение, особенности выбора насосов, компоновка и режим работы. Сети водоснабжения; их схемы, конструкции, методы расчета. Мероприятия по обеспечению необходимой надежности систем производственного водоснабжения. Экономические и энергетические показатели систем производственного водоснабжения и пути их дальнейшего совершенствования.

**Проектирование и
эксплуатация систем
распределения тепловой
энергии**

Тепловое потребление. Классификация тепловых нагрузок; сезонная и круглогодичная тепловая нагрузки. Расчетная часовая тепловая нагрузка района теплоснабжения. Методы определения потребности промышленных потребителей, производственных и жилых зданий в паре и горячей воде. Годовой расход теплоты. Построение графика продолжительности сезонной тепловой нагрузки. Построение интегрального графика отопительной нагрузки. Источники генерации тепла, используемые в системах теплоснабжения. Назначение, структура, классификация. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий: назначение, классификация. Тип установок: конденсационные с отбором пара (Т и ПТ) и с противодавлением (Р). Теплофикационное оборудование ТЭЦ. Системы теплоснабжения. Назначение, структура, классификация систем теплоснабжения. Способы теплоснабжения: централизованное от районных котельных, теплофикационная система, децентрализованная система. Основные виды и схемы централизованного теплоснабжения. Водяные системы теплоснабжения: однотрубная, двухтрубная, трехтрубная, четырехтрубная (преимущества и недостатки). Присоединение потребителей в водяных системах теплоснабжения: зависимые схемы – без смешения, с элеватором, со смесительным насосом; независимые схемы. Назначение и типы смесительных устройств. Открытые тепловые сети. Закрытые тепловые сети: параллельная схема, двухступенчатая смешанная схема, двухступенчатая последовательная схема (преимущества и недостатки). Паровые системы теплоснабжения: с возвратом конденсата, без возврата конденсата. Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения. Задачи и методы регулирования. Методы регулирования: центральный, групповой, местный и индивидуальный и ступени их возможного сочетания; особенности этих методов. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов и установок, их основные расчетные зависимости. Методы центрального регулирования (ЦР) однородной тепловой нагрузки: качественный, количественный и качественно-количественный. Расчетные зависимости определения температур и расходов сетевой воды. Выбор метода центрального регулирования отпуска теплоты. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки: построение графиков температур и расходов сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, суммарного расхода воды в тепловой сети. Центральное регулирование по совмещенной нагрузке. Понятие о центральном регулировании закрытых и открытых систем теплоснабжения. Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи и основные расчетные зависимости. Схемы и конфигурации тепловых сетей. Порядок гидравлического расчета. Пьезометрический график. Основные требования к режиму давлений водяных тепловых сетей. Понятие статического напора определение. Выбор схемы присоединения абонентских установок. Методика гидравлического расчета разветвленных тепловых сетей и построение пьезометрического графика. Методы определения расчетных расходов воды. Определение характеристик насосов: выбор сетевых, подпиточных и подкачивающих насосов. Резервирование магистральных тепловых сетей: условие выбора расстояния между секционирующими задвижками, понятие о блокировке магистралей. Гидравлический режим тепловых сетей. Гидравлическая характеристика системы и ее расчетные зависимости; методы построения суммарной характеристики группы включенных насосов. Понятие о гидравлическом режиме закрытых и открытых систем. Гидравлическая

	<p>устойчивость и ее количественная оценка: понятие о коэффициенте гидравлической устойчивости, нейтральных точках и способах поддержки в них постоянного давления. Гидравлический режим сетей с насосными и дросселирующими подстанциями. Расчет потокораспределения в кольцевых сетях. Гидравлический удар в тепловых сетях и формула его расчета. Устройства, применяемые для защиты системы теплоснабжения от недопустимого повышения давления при ударе. Оборудование тепловых пунктов (подстанций). Типы и схемы абонентских установок, водоводяные подогревательные установки, смесительные узлы, аккумуляторы теплоты, автоматизация подстанций. Регулирующие клапана и методы их подбора. Оборудование тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов. Конструкция теплопроводов. Основные требования к конструкциям теплопроводов; преимущества и недостатки подземных теплопроводов в проходных каналах, непроходных и бесканальных. Основные методы защиты подземных трубопроводов от наружной коррозии и коррозии под воздействием блуждающих токов. Основные требования к теплоизоляционным конструкциям теплопроводов. Трубы и их соединения; опоры. Компенсация температурных деформаций. Тепловой расчет. Основные расчетные зависимости; методика теплового расчета элементов тепловых сетей. Тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляции. Выбор толщины теплоизоляционного слоя. Эксплуатация тепловых сетей. Характеристика объекта эксплуатации. Повышение надежности и качества теплоснабжения. Методы обнаружения и ликвидации повреждений в системах теплоснабжения. Испытание и организация эксплуатации тепловых сетей.</p>
<p>Вспомогательные системы и оборудование тепловых электрических станций</p>	<p>Теплообменные аппараты. Рекуперативные теплообменные аппараты поверхностного типа непрерывного действия. Классификация, конструкции. Конструктивный и тепловой расчет. Гидравлический расчет теплообменного аппарата поверхностного типа. Компактные аппараты с ребристыми поверхностями нагрева. Типы и конструкции ребристых теплообменников. Расчет ребристых теплообменников. Регенеративные подогреватели низкого и высокого давления. Типы и конструкции ПНД и ПВД. Особенности теплового расчета подогревателей низкого и высокого давления поверхностного и смешительного типа. Теплообменные аппараты со смешиванием теплоносителей. Классификация. Конструкции. Тепловой конструктивный расчет. Теплообменные аппараты периодического действия. Классификация. Конструкции. Тепловой конструктивный расчет. Регенеративные аппараты. Типы и схемы регенераторов. Теплообмен в регенераторах. Тепловой расчет регенераторов. Деаэраторы. Типы и конструкции деаэраторов. Тепловой конструктивный расчет. Вентиляторы. Назначение, типы вентиляторов и конструкции. Особенности вентиляторов дымососных установок. Классификация и назначение тягодутьевых машин. Условия работы и требования к тягодутьевым машинам. Конструкции дымососов и вентиляторов для котельных установок. Дымососы одностороннего и двухстороннего всасывания. Дутьевые вентиляторы. Мельничные вентиляторы. Вспомогательное оборудование. Испарители. Назначение, классификация испарителей. Схемы включения испарителей. Тепловой расчет испарителей. Системы маслоснабжения. Назначение, классификация и характеристики маслоохладителей паротурбинных установок. Схемы включения охладителей масла в системы маслоснабжения стационарных паротурбинных установок. Тепловой расчет маслоохладителей. Подогреватели мазута.</p>

	<p>Системы золоулавливания и шлакоудаления. Типы и конструкции золоуловителей. Электрофильтры. Системы топливоподачи. Мельницы (типы, конструкции, принцип работы). Подбор мельниц. Конденсатоотводчики. Назначение, типы конденсатоотводчиков.</p>
<p align="center">Тепломассоперенос в элементах теплотехнического оборудования</p>	<p>Введение в тепломассообмен. Способы переноса теплоты. Основные определения, терминология. Способы тепло- и массопереноса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия. Феноменологический метод изучения явлений тепло- и массообмена. Определение основных понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока вектор плотности теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей и твёрдых тел. Тепловое взаимодействие потока жидкости с обтекаемой поверхностью твердого тела. Закон Ньютона-Рихмана. Теплопередача. Одномерные стационарные задачи теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент температуропроводности. Перенос теплоты в плоской и цилиндрической стенке при постоянном и переменном коэффициенте теплопроводности. Теплопередача через однослойную и многослойную стенку. Термические сопротивления. Коэффициент теплопередачи. Особенности теплопередачи через цилиндрическую стенку. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру. Температурное поле при наличии в теле источников теплоты (пластина, цилиндрический стержень). Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи. Теплопередача через оребренную стенку. Коэффициент эффективности ребра. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Одномерные линейные нестационарные задачи теплопроводности. Нестационарные задачи теплопроводности. Метод разделения переменных решения линейного уравнения теплопроводности (Фурье). Число Био. Безразмерное время (число Фурье). Температурное поле в процессе охлаждения (нагревания) безграничной пластины, бесконечно длинного цилиндра и некоторых тел конечных размеров. Задача об охлаждении (нагревании) полуограниченного тела как модель начального периода нестационарной теплопроводности тела произвольной формы. Регулярный режим охлаждения. Определение теплофизических свойств материалов методом регулярного режима. Теоремы Кондратьева. Введение в конвективный теплообмен. Безразмерные комплексы: число Рейнольдса, число Грасгофа, число Релея, число Нуссельта. Физические свойства жидкостей и газов, существенные для процесса конвективного теплообмена. Классификация теплоносителей по числу Прандтля. Турбулентность. Турбулентная теплопроводность, вязкость, турбулентное число Прандтля. Внешняя задача конвективного теплообмена. Теплообмен и сопротивление при ламинарном и турбулентном пограничном слое на пластине. Аналогия Рейнольдса. Теплообмен при вынужденном внешнем обтекании трубы и пучка труб. Теплоотдача при свободном движении жидкости около тел (пластина, труба), находящихся в неограниченном объёме жидкости. Свободная конвекция в ограниченном объёме (щели, зазоры). Конвективная теплоотдача при течении жидкости в трубах (каналах). Теплообмен при движении теплоносителей в трубах и каналах. Местный и средний коэффициенты теплоотдачи. Теплообмен и сопротивление при ламинарном течении в трубе. Вязкостный и вязкостно-гравитационный режимы. Турбулентное движение в трубах. Формулы Михеева</p>

	<p>и Петухова. Интеграл Лайона. Интенсификация конвективного теплообмена при течении теплоносителя в трубах и каналах. Теплоотдача при фазовых превращениях теплоносителя. Влияние внешних факторов на теплоотдачу при конденсации. Теплообмен при кипении жидкостей. Кривая кипения. Пузырьковое и плёночное кипение. Расчёт коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении в большом объёме. Критические тепловые нагрузки при кипении. Теплоотдача при плёночном кипении. Кипение в трубах. Кризисы теплоотдачи первого и второго рода. Расчёт коэффициентов запаса до кризиса. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднеарифметический температурный напор. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямого и противотока. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов. Понятие о расчёте смесительных теплообменников и о расчёте регенеративных теплообменных аппаратов. Теплообмен излучением в системе тел, разделенных диатермичной средой. Физическая природа теплового излучения. Классификация потоков излучения. Формула Поляка. Интегральные и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения. Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела. Лучистый теплообмен в замкнутой системе серых тел, разделенных диатермичной средой. Угловые коэффициенты излучения. Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами; телом и оболочкой; экранирование излучения. Основы расчета теплообмена излучением между излучающей и поглощающей средой и поверхностями нагрева теплообменных устройств. Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе – поглощающей средой (серое приближение). Расчёт теплообмена в системе типа «газ в оболочке». Закон Бугера. Определение поглощательной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания). Понятие о методах расчёта сложного теплообмена. Основные понятия массообмена. Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Термо и бародиффузия. Конвективная массоотдача. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля</p>
ПРАКТИКИ	
Учебная практика	<p>Самостоятельный анализ и обзор состояния проблем теплоэнергетики. Изучение технической документации. Ознакомление с программными продуктами, используемыми при решении задач теплоэнергетики. Получение практических знаний о методах и объектах производства тепла, лабораторий кафедры и ВУЗа.</p>
Производственная практика	<p>Организация и управление деятельностью подразделения; номенклатура производимой и разрабатываемой продукции, формы и методы её сбыта или предоставления услуг. Действующие стандарты, технические условия, должностные обязанности, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации. Методы выполнения технических расчетов, правила эксплуатации и обслуживания исследовательских установок,</p>

	измерительных приборов или технологического оборудования, имеющихся в подразделении. Отдельные пакеты программ компьютерного моделирования и проектирования оборудования, технологических процессов.
Преддипломная практика	Систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, и формирование навыков ведения самостоятельной работы. Качественный анализ существующих технологий, практическая значимость производственных разработок и их технико-экономический анализ. Приобретение опыта в условиях реального производства, а также подбор необходимых материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	
Государственная итоговая аттестация	Государственная итоговая аттестация предусматривает защиту выпускной квалификационной работы (ВКР), включая подготовку к защите и процедуру защиты. Целью государственной итоговой аттестации является развитие и закрепление профессиональной культуры выпускников, освоивших программу бакалавриата; получение опыта самостоятельной профессиональной деятельности в области теплоэнергетики на основе применения всего комплекса сформированных компетенций в процессе написания ВКР. ВКР связана с решением задач производственно-технологического вида деятельности, к которому готовится бакалавр.

С копиями рабочих программ можно ознакомиться, пройдя по ссылке