

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.
Физика	Физические основы механики. Молекулярная, статистическая физика и термодинамика. Электричество и магнетизм. Колебания и волны. Волновая и квантовая оптика. Квантовая физика. Ядерная физика. Физический практикум.
Математика	Аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве, линейная алгебра; основные понятия математического анализа; дифференциальное и интегральное исчисления; дифференциальные уравнения;

	<p>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 конструктивное материаловедение	<p>Основы строения и свойства материалов. Электротехнические материалы. Диэлектрики. Проводниковые материалы. Полупроводниковые материалы. Магнитные материалы. Конструкционные материалы. Кристаллическое строение металлов. Основные свойства материалов и методы их определения. Основы теории сплавов. Основы термической обработки и поверхностного упрочения сплавов. Конструкционные металлы и сплавы.</p>
Теоретические основы электротехники	<p>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</p>

	<p>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.</p>
<p>Научно-исследовательская работа</p>	<p>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.</p>
<p>Общая энергетика</p>	<p>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.</p>
<p>Теоретические основы теплотехники</p>	<p>Введение. Термодинамика и ее метод исследования. Применение понятий «термодинамическая система» в теплоэнергетике. Рабочее тело. Параметры состояния, основные параметры состояния: температура, давление, удельный объем. Уравнения состояния. Уравнения состояния идеального газа. 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</p>

	<p>сопла. Критические параметры истечения. Классификация термодинамических установок. Работа теплосиловой установки. Работа паросиловой установки. 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 проводов и средств автоматизации, области их применения. Рабочие жидкости. Регулирующая и направляющая аппаратура. Исполнительные 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>Экономика</p>	<p>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 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>
<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</p>

	<p>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.</p> <p>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, определение центра нагрузок по проектируемому объекту в целом.</p>
<p>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.</p>

	<p>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>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 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,</p>

	<p>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 термопарами (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 (тягианпорометры). 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 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>Психологические 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 style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">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. Интеллектуальная 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>
<p>Информационные основы диспетчерского управления</p>	<p>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</p>
<p>ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ</p>	
<p>Отопление, вентиляция, кондиционирование</p>	<p>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 изохлальной и изотермической 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. Понятие кондиций. Требования к среде</p>

	<p>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. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Потери давления на трение и в местных сопротивлениях. Порядок аэродинамического расчета систем воздухопроводов круглого и прямоугольного сечения. Увязка разветвлений и определение величины давления для подбора вентиляторов. Характеристики вентиляторов и методика их подбора. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Потери давления на трение и в местных сопротивлениях. Порядок аэродинамического расчета систем воздухопроводов круглого и прямоугольного сечения. Увязка разветвлений и определение величины давления для подбора вентиляторов. Характеристики вентиляторов и методика их подбора. 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. Классификация отопительных приборов. 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>Режимы работы и эксплуатация ТЭС</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 регулируемым отбором. Перегрузочные возможности</p>

	основного оборудования ТЭС. Правила и нормы технической эксплуатации ТЭС. Аварийные режимы ТЭС.
<p align="center">Физико-химические основы водоподготовки</p>	<p>Значение водного режима в обеспечении надёжной и экономичной эксплуатации теплоэнергетических установок. Природные воды, поступление примесей в воду. Классификация природных вод и их примесей. Физико-химические показатели качества воды Технологические показатели качества воды. Биологические показатели качества воды. Методы осветления воды. Фильтрующие материалы и основные характеристики фильтровальных слоев. Механизм задержания взвесей слоем зернистого материала. Физическая модель работы механического фильтра. Физико-химические основы процессов осаждения. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных загрязнений. Характеристика коллоидных систем. Основы теории двойного электрического слоя Очистка воды методами известкования и содоизвесткования. Очистка воды методами коагуляции. Электрокинетический потенциал. Очистка воды методами известкования и содоизвесткования. Очистка воды на механических фильтрах. Основы теорий ионообменного фильтрования. Осмотическая стабильность и механическая прочность ионитов. Устойчивость ионитов. Промышленные катиониты и аниониты. Стадии работы ионитного фильтра. Технология приготовления регенерационных растворов. Особенности использования ингибитора отложений минеральных солей в системах подготовки воды для котлов, тепловых сетей и систем горячего водоснабжения. Очистка воды от растворённых газов. Общие положения. Термическая деаэрация (десорбция газов). Удаление из воды свободной углекислоты. Удаление кислорода физико-химическими методами. Организация химического обескислороживания. Очистка воды методами дистилляции. Метод дистилляции. Многоступенчатая испарительная установка, одноступенчатый испаритель мгновенного вскипания. Очистка высокоминерализованных вод. Обратный осмос. Электродиализ.</p>
<p align="center">Водоподготовка</p>	<p>Значение водного режима в обеспечении надёжной и экономичной эксплуатации теплоэнергетических установок. Природные воды, поступление примесей в воду. Классификация природных вод и их примесей. Физико-химические показатели качества воды Технологические показатели качества воды. Биологические показатели качества воды. Методы осветления воды. Фильтрующие материалы и основные характеристики фильтровальных слоев. Механизм задержания взвесей слоем зернистого материала. Физическая модель работы механического фильтра. Физико-химические основы процессов осаждения. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных загрязнений. Характеристика коллоидных систем. Основы теории двойного электрического слоя Очистка воды методами известкования и содоизвесткования. Очистка воды методами коагуляции. Электрокинетический потенциал. Очистка воды методами известкования и содоизвесткования. Очистка воды на механических фильтрах. Основы теорий ионообменного фильтрования. Осмотическая стабильность и механическая прочность ионитов. Устойчивость ионитов. Промышленные катиониты и аниониты. Стадии работы ионитного фильтра. Технология приготовления регенерационных растворов. Особенности использования ингибитора отложений минеральных солей в системах подготовки воды для котлов, тепловых сетей и систем горячего водоснабжения. Очистка воды от растворённых газов. Общие положения. Термическая деаэрация (десорбция газов). Удаление из воды свободной углекислоты. Удаление кислорода физико-химическими методами. Организация химического обескислороживания. Очистка воды методами дистилляции. Метод дистилляции. Многоступенчатая испарительная установка, одноступенчатый испаритель мгновенного вскипания. Очистка высокоминерализованных вод. Обратный осмос. Электродиализ.</p>

<p align="center">Котельные установки и парогенераторы</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">Методы расчета тепловых схем ТЭС</p>	<p>Тепловые и атомные электрические станции. Теоретический цикл паросиловой установки – цикл Ренкина (в диаграммах $p-v$, $T-s$, $h-s$). Влияние начальных давлений и температуры и конечного давления на КПД цикла Ренкина. Цикл паротурбинной установки с регенерацией. Цикл паротурбинной установки с промежуточным перегревом пара. Теплофикационный цикл паросиловой установки. Паротурбинные установки. Принципиальные тепловые схемы ПТУ. Паровые турбины ТЭС. Классификация турбин. Теплофикационные установки. Теплоподогреватели системы ТЭЦ. Газотурбинные установки. Схема ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Действительный цикл ГТУ. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении и регенерацией. Цикл ГТУ со ступенчатым сгоранием топлива и многоступенчатым охлаждением. ГТУ с подводом теплоты при постоянном объеме. Парогазовые установки. Принципиальные схемы парогазовой установки (ННППУ-600, ПГУ ВНППУ, ПГУ-450 с пиковой ГТУ). ТЭС на базе двигателей внутреннего сгорания. Цикл двигателя со смешанным подводом теплоты. Цикл двигателя с подводом теплоты при постоянном объеме. Когенерационные установки.</p>
<p align="center">Топливо и основы теории горения</p>	<p>Введение. Материальный баланс процесса горения. Общая классификация топлива. Элементарный состав твердого и жидкого топлива. Свойства влаги и золы. Теплота сгорания топлива. Условная теплота: высшая и низшая. Условное тепло. Технические характеристики твердого топлива. Технические характеристики мазута. Сравнительная характеристика жидкого и твердого топлив. Материальный баланс процесса горения. Технические характеристики газообразное топливо. Стехиометрические соотношения горения топлива. Количество воздуха, необходимое для сжигания топлива. Состав и объем продуктов сгорания. Коэффициент избытка воздуха. Тепловой баланс процесса горения. Анализ уравнения теплового баланса. Тепловые характеристики продуктов сгорания. Температурные характеристики продуктов сгорания. Параметры смесей и химические реакции. Принцип Ле-Шателье. Процесс горения. Фронт пламени. Стабилизация воспламенения горючей смеси. Смесеобразование. Горелочные устройства. Подготовка топлива к сжиганию. Форсунки.</p>

	<p>Циклонные топки. Процесс газификации и выгорания углеродной поверхности. Топочные процессы. Горелочные устройства и форсунки. Гомогенные и гетерогенные реакции. Закон действующих масс. Энергия активации. Закон Аррениуса. Определение тепла реагирующей смеси. Температура воспламенения горючей смеси. Скорость перемещения фронта пламени. Скорость распространения пламени. Турбулентность и горение. Уравнения Рейнольдса. Уравнения для пульсаций. Способы замыкания. Модель Прандтля. К-ε-модель. Турбулентная теплопроводность и турбулентная диффузия. Турбулентность в реагирующей среде. Режимы турбулентного горения</p>
<p>Инженерные методы расчета теплообменного оборудования электростанций</p>	<p>Назначение и роль теплообменного оборудования электростанций (ТОЭ). Классификация ТОЭ по назначению; по типу поступающих потоков, по конструктивным признакам: по типу используемых теплообменников; по конструктивной сложности, по структурным признакам: по топологии; обобщенная структурная иерархия. Основные виды конструкций теплообменных аппаратов. Кожухотрубные, трубчато-ребристые, труба в трубе, пластинчато-ребристые, пластинчатые, спиральные, матричные, гибридные. Теоретические основы рабочих процессов ТОЭ. Основные уравнения, описывающие теплообмен при движении сред в каналах теплообменников, дифференциальные уравнения неразрывности, движения, энергии, теплоотдача при конденсации пара, теплоотдача при кипении жидкости. Математическое описание процессов теплообмена в теплообменном аппарате и теплообменной системе. Численные и инженерные методы расчета ТОЭ. Методы, основанные на использовании среднетемпературного напора, применение методов, основанных на использовании среднетемпературного напора на примерах проектного расчета ТМО, графоаналитический метод определения коэффициента теплопередачи и поверхностного нагрева. Методы, основанные на использовании тепловой эффективности, число единиц переноса тепла, NTU-метод, использование метода, основанного на использовании тепловой эффективности на примере поверочного расчета ТОЭ. Основы гидравлического расчета. Основы оптимизации теплообменного оборудования. Цели и задачи оптимизации, общая задача оптимизации ТОЭ, критерии оптимальности и параметры оптимизации, методы решения.</p>
<p>Нагнетатели и тепловые двигатели</p>	<p>Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Типы коммуникаций в системах промтеплоэнергетики. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Процессы преобразователей тепловой и механической энергии. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя. Нагнетатели объемного действия. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Предельная степень повышения давления в ступени. Распределение давления между ступенями. КПД компрессора. Схемы поршневых компрессоров. Нормализованные базы. Поршневые детандеры. Принцип работы поршневого детандера. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Нагнетатели кинетического действия. Принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия. Понятие удельной работы, напора и давления. Газодинамические основы расчета турбомашин. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях. Учет потерь и переход к действительной характеристике. Насосы, классификация насосов. Особенности работы</p>

	<p>насосов в сети. Центробежные и осевые компрессоры. Области применения. Основные способы изменения характеристики компрессора. Сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров. Типы тепловых двигателей область применения различных типов тепловых двигателей. Классификация, паровые турбины типы паровых турбин. Стандартные параметры пара. Виды потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Анализ потерь в характерных сечениях турбины. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Понятие о диаграмме переменных режимов паровой турбины. Газовые турбины. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок. Турбодетандеры. Область применения, классификация и особенности работы турбодетандеров; характеристика турбодетандера. Двигатели внутреннего сгорания. Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания, двигателей Стирлинга. Схемы двигателей, основные показатели работы двигателей.</p>
<p>Тепловые и атомные электрические станции</p>	<p>Развитие энергетики России и структура ее управления. Энергетические ресурсы, виды электростанций, потребление энергии. Виды потребления энергии и графики нагрузок ТЭС. Состав теплового хозяйства и технико-экономические требования к ТЭС. Показатели тепловой экономичности КЭС. Основной энергетический показатель электростанции. Основные составляющие абсолютного КПД электростанции. Расходы пара, теплоты и топлива. Энергетические показатели конденсационной атомной электростанции. Типы ТЭС, их тепловые схемы. Типы тепловых электростанций. Расходы теплоты и коэффициенты полезного действия теплоэлектроцентрали. Расход пара на теплофикационную турбину. Сопоставление расходов теплоты и КПД по производству электроэнергии теплофикационным и конденсационным путем. Тепловая экономичность и расход топлива на ТЭЦ. Использование отработавшей теплоты турбин в котельной установке. Типы АЭС, их тепловые схемы. Основное технологическое оборудование АЭС. Типы атомных электростанций. Показатели тепловой экономичности атомных теплоэлектроцентралей. Определение расхода ядерного горючего. Показатели общей экономичности. Состав и назначение принципиальной и развернутой тепловых схем атомных электростанций. Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭС. Основные тепловые схемы и параметры комбинированных установок с паровыми и газовыми турбинами. Сравнение комбинированного и отдельного производства электрической и тепловой энергии. Способы повышения тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Способы повышения тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Начальные и конечные параметры пара на ТЭС и АЭС. Промежуточный перегрев пара на ТЭС и АЭС. Общие положения. Зависимость тепловой экономичности конденсационных турбоустановок от начальных параметров пара. Параметры и схемы промежуточного перегрева пара. Высокие параметры и промежуточный перегрев пара на теплоэлектроцентралях. Параметры пара атомных электростанций. Расширение и модернизация действующих электростанций установками высоких параметров. Экономические значения параметров пара. Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды. Оптимальное распределение регенеративного подогрева. Общая характеристика регенеративного подогрева воды и его энергетическая эффективность. Расход пара на турбину с регенеративными отборами. Типы подогревателей и схемы их включения. Оптимальные параметры регенеративного подогрева воды на конденсационной электростанции без</p>

промежуточного перегрева пара. Регенеративный подогрев воды на КЭС с промежуточным перегревом пара. Пароохладители в схеме регенеративного подогрева воды при промежуточном перегреве пара. Регенеративный подогрев воды на ТЭЦ. Регенеративный подогрев воды в турбоустановках насыщенного водяного пара. Типы конструкций регенеративных подогревателей. Экономически наивыгоднейшая температура питательной воды. Расчет принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Содержание, основы составления и примеры принципиальной тепловой схемы. Методика расчета принципиальной тепловой схемы КЭС. Пример расчета тепловой схемы конденсационного энергоблока. Пример расчета тепловой схемы теплоэлектроцентрали. Методика расчета принципиальной тепловой схемы турбоустановки АЭС на насыщенном или слабоперегретом паре. Пример расчета тепловой схемы турбоустановки на насыщенном водяном паре. Газотурбинные и парогазовые ТЭС. Схемы и показатели газотурбинных установок электростанций. Парогазовые установки электростанций. Новые типы электростанций. Электростанции с МГД-установками. Потери пара и конденсата на ТЭС и АЭС, способы их восполнения. Балансы пара и воды на КЭС. Одноступенчатые и двухступенчатые испарительные установки. Включение испарительных установок в схемы КЭС и ТЭЦ. Схемы, балансы пара и воды на ТЭЦ с отпуском пара из отбора турбины и химической подготовкой добавочной воды. Продувка котлов и ее использование. Схема отпуска пара через паропреобразовательную установку. Схема отпуска пара из отбора турбины с восполнением потерь дистиллятом из многоступенчатой испарительной установки. Устройство испарителей. Способы восполнения потерь пара и конденсата. Развернутые (полные) тепловые схемы ТЭС и АЭС. Примеры полной (развернутой) тепловой схемы. Основные сведения и характеристики трубопроводов ТЭС. Оценка надежности схем трубопроводов. Арматура, опоры и тепловая изоляция трубопроводов. Компоновка главного корпуса ТЭС и АЭС. Основные типы компоновки турбинного и котельного оборудования. Компоновка главного корпуса пылеугольных электростанций. Компоновка главного корпуса газомазутных электростанций. Компоновка главного корпуса АЭС. Основы проектирования АЭС. Выбор площадок строительства и генеральные планы АЭС. Особенности АЭС и требования к площадке строительства. Объемно-планировочные решения зданий АЭС. Требования к компоновкам помещений. АЭС с корпусными реакторами ВВЭР. АЭС с серийными энергоблоками. Виды реакторов. Вопросы техперевооружения и реконструкции ТЭС и АЭС. Модернизация и реконструкция действующих ЭБ АЭС. Законодательные и нормативные требования при снятии с эксплуатации. Направления техперевооружения и реконструкции ТЭС. Очистка и удаление дымовых газов в атмосферу. Общие положения. Золоулавливание на ТЭС. Снижение выбросов оксидов серы и азота. Шум от энергоустановок и мероприятия по его снижению. Удаление дымовых газов в атмосферу. Причины и виды радиоактивных загрязнений на АЭС. Цель, методы и средства дезактивации. Технология подготовки и проведения контурной, поузловой дезактивации оборудования ЯЭУ, дезактивация поверхностей оборудования и помещений. Дезактивация инструмента. Дезактивация средств индивидуальной защиты. Переработка отходов дезактивации. Меры безопасности при дезактивации. Вопросы эксплуатации электростанций. Основные задачи эксплуатации. Определение годовых показателей ТЭС. Определение КПД электростанций с учетом собственных расходов энергии. Экономические показатели эффективности ТЭС. Автоматизация управления работой оборудования ТЭС и АЭС. Выбор оборудования электростанций. Выбор мощности электростанций и единичной мощности энергоблоков. Выбор

	<p>паровых котлов ТЭС блочной структуры и основных агрегатов ТЭЦ. Выбор вспомогательного оборудования. Энергетические характеристики оборудования ТЭС. Энергетические характеристики энергоблоков. Энергетические характеристики конденсационных турбин. Энергетические характеристики теплофикационных турбин. Энергетические характеристики паровых котлов. Основные АЭС России.</p>
<p>Основы трансформации теплоты</p>	<p>Физические принципы низкотемпературной трансформации теплоты. Термодинамические принципы низкотемпературной трансформации теплоты. Цикл Карно. Паровые холодильные машины. Цикл ПХМ с детандером. Цикл ПХМ с дросселированием. Цикл ПХМ с всасыванием сухого пара. Необратимые потери циклов. Термодинамический анализ циклов на основе изменения энергии. Способы уменьшения необратимых потерь циклов. Рабочие вещества. Свойства рабочих веществ. Многоступенчатое сжатие. Выбор промежуточного давления. Циклы много ступенчатых ПХМ. Цикл 2-х ступенчатой ПХМ с неполным охлаждением. Цикл 2-х ступенчатой ПХМ с полным охлаждением. Цикл 2-х ступенчатой ПХМ со змеевиком. Цикл 2-х ступенчатой ПХМ с двумя испарителями. Цикл 3-х ступенчатой ПХМ. Цикл каскадной ПХМ. Газовые холодильные машины. Теоретические циклы. Действительные циклы ГХМ. Цикл Стирлинга. Вихревая труба. Особенности теоретического процесса в вихревой трубе. Пароэжекторные трансформаторы теплоты. Действительные процессы ПЭМ. Абсорбционные трансформаторы теплоты. Водоаммиачная АХМ. Бромистолитиевая АХМ. Анализ работы АХМ. Тепловые насосы.</p>
<p>Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС</p>	<p>Понятие о парогазовой установке и изучение различных типов схем этих установок. Рассмотрение термодинамических циклов основных типов парогазовых установок (ПГУ). Анализ перехода к новым типам бинарных ПГУ. Изучение основных типов тепловых схем газотурбинных установок (ПГУ). Рассмотрение методики расчета энергетических показателей ГТУ. Анализ этих показателей при переменном режиме ГТУ. Полные тепловые схемы газотурбинных электростанций и регулирование параметров их работы. Состав оборудования, характеристики и расчет показателей парогазовых установок с утилизационными паровыми котлами (УПК). Переменные режимы работы ПГУ с УПК без дожигания топлива в котле (бинарные установки) и с дожиганием топлива. Выбор основных параметров ПГУ с УПК. Состав оборудования, характеристики и расчет показателей парогазовых установок полузависимого типа (с пиковой ГТУ). Переменные режимы работы таких ПГУ и их тепловые схемы, выбор основных параметров. Использование парогазовых схем для модернизации энергетических паросиловых блоков путем их надстройки газовыми турбинами. Анализ тепловых схем и технических решений, определение энергетических показателей парогазовых схем и их работа при переменном режиме. Состав оборудования, характеристики и расчет показателей парогазовых установок с высоконапорными парогенераторами (ВПГ). Методика расчета показателей ПГУ с ВПГ с учетом переменных режимов их работы. Оптимальная область применения таких установок. Состав оборудования, характеристики и расчет показателей парогазовых установок со сбросом уходящих газов ГТУ в топку парового котла обычного типа. Методика расчета показателей данных ПГУ при переменных режимах. Парогазовые установки на твердом топливе. Использование технологии внутрициклового газификации угля для создания ПГУ с утилизационными паровыми котлами. Методика расчета показателей таких ПГУ с учетом режимов работы. Роль ПГУ в сокращении вредного воздействия ТЭС на окружающую среду. Использование ПГУ при проектировании ТЭС с высокими экологическими показателями. Теплогенерирующие газотурбинные</p>

	установки с отделением диоксида углерода из уходящих дымовых газов. Компонировочные и конструкторские решения элементов парогазовых установок. КИП, автоматические регуляторы и технологические защиты в схемах парогазовых установок.
<p align="center">Тепломассобменное оборудование предприятий</p>	<p>Назначение и роль тепломассообменного оборудования (ТМО). Классификация ТМО по назначению; по типу поступающих потоков, по конструктивным признакам: по типу используемых теплообменников; по конструктивной сложности, по структурным признакам: по топологии; обобщенная структурная иерархия. Однородные водяные и воздушные, с использованием промежуточного теплоносителя, комбинированные системы, системы для охлаждения, осушки, нагрева теплообмениваемых сред. Выпарные, ректификационные, дистилляционные, сушильные системы теплоиспользующих аппаратов, котлы-утилизаторы, тепловые насосы. Основные виды конструкций тепломассообменных аппаратов. Кожухотрубные, трубчато-ребристые, труба в трубе, пластинчато-ребристые, пластинчатые, спиральные, матричные, гибридные. Теоретические основы рабочих процессов тепломассообменного оборудования. Основные уравнения, описывающие тепломассообмен при движении сред в каналах теплообменников, дифференциальные уравнения неразрывности, движения, энергии, теплоотдача при конденсации пара, теплоотдача при кипении жидкости. Математическое описание процессов теплообмена в теплообменном аппарате и теплообменной системе. Численные и инженерные методы расчета ТМО. Методы, основанные на использовании среднетемпературного напора, применение методов, основанных на использовании среднетемпературного напора на примерах проектного расчета ТМО, графоаналитический метод определения коэффициента теплопередачи и поверхностного нагрева. Методы, основанные на использовании тепловой эффективности, число единиц переноса тепла, NTU-метод, использование метода, основанного на использовании тепловой эффективности на примере поверочного расчета ТМО. Инженерные методы расчета теплообменных систем, многокорпусной выпарной установки, ректификационной колонны. Основы гидравлического расчета. Основные уравнения для расчета гидравлических сопротивлений трубной и межтрубной зоны теплообменного элемента и аппарата. Основы оптимизации тепломассообменного оборудования. Цели и задачи оптимизации, общая задача оптимизации ТМО ТЭУ и ТУ, критерии оптимальности и параметры оптимизации, методы решения.</p>
<p align="center">Турбины ТЭС и АЭС</p>	<p>Компоновки и конструкции, методика расчета конденсатора. Основы эксплуатации конденсационных установок. Воздухоотсасывающие устройства. Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. Диаграммы режимов турбин с противодавлением, с промежуточным регулируемым отбором пара (тип Т), с двумя регулируемые отборами пара (тип ПТ), с двухступенчатым отопительным отбором пара. Системы автоматического регулирования турбоагрегатов. Статическое и астатическое регулирование. Параллельная работа турбоагрегатов в сети. Схемы САР конденсационных и теплофикационных турбин. Системы аварийной защиты турбоагрегатов. Системы маслоснабжения и конструкции подшипников. Вибрационная надежность турбоагрегатов. Контроль и нормы вибрации. Системы вибромониторинга и диагностики. Колебания лопаточного аппарата и его вибрационная диаграмма. Оценки надежности ротора и расчеты критических частот его вращения. Расчет напряжений в диске. Расчеты на прочность основных деталей статора. Материалы, применяемые для изготовления паровых турбин.</p>

	<p>Энергетические газотурбинные установки. Применение ГТУ в тепловых электростанциях. Конструкции газовых турбин. Особенности турбинных ступеней и системы охлаждения газовых турбин. Конструкции осевых компрессоров ГТУ. Режимы работы и их характеристики. Явление помпажа. Конструкции камер сгорания. Пуск газотурбинных установок. Системы защиты и автоматического регулирования ГТУ. Парогазовые установки: тепловые схемы, состав и показатели экономичности ПГУ. Особенности параметров паровых и газовых турбин для парогазовых установок с одно, двух и трехконтурными котлами-утилизаторами. Паровые турбины для ПГУ.</p>
<p style="text-align: center;">Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии</p>	<p>Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и динамика потребления энергоресурсов, политика России в области НИВИЭ. Роль НИВИЭ в современном мире и перспективы их использования, экологические проблемы. Мощность и спектр солнечного излучения за пределами Земли и на ее поверхности. Солнечная постоянная и ее вариации в течение года. Масса атмосферы и ее связь с зенитным углом и широтой местности. Долгосрочные характеристики солнечной радиации и их вычисление для наклонных плоскостей. Конструкции и материалы солнечных элементов. Солнечный коллектор. Плоские и вакуумные солнечные коллекторы, их конструктивные особенности. Тепловой расчет абсорбера солнечного коллектора. КПД солнечного коллектора, его теоретический расчет и экспериментальное получение. Расчет коэффициентов отражения и пропускания поляризованного солнечного излучения через прозрачное ограждение коллектора. Конвективный и радиационный теплообмен в солнечных коллекторах. Режимы течения теплоносителя в трубах и каналах абсорбера. Вынужденная и естественная конвекция на наружных поверхностях трубчатых и плоских солнечных коллекторов. Радиационный теплообмен в плоском солнечном коллекторе. Вычисление термических сопротивлений на пути тепловых потоков в солнечном коллекторе. Определение коэффициента тепловых потерь и КПД солнечного коллектора. Коэффициент отвода тепла и коэффициент эффективности коллектора. Стандартные испытания солнечных коллекторов и их сертификация. Солнечные системы теплоснабжения. Активные и пассивные системы, тепловые схемы. Концентраторы солнечной энергии. Особенности геометрии параболических, параболических концентраторов, линейные и круговые линзы Френеля, построение и свойства концентратора СРС, угол восприятия. Теоретический предел степени концентрации. Виды солнечных электростанций и масштабы их практического использования. Двигатель Стирлинга принцип работы и термодинамический цикл. Место ветровых энергоустановок в современном мире. Происхождение ветра, ветровые зоны России. Понятие идеального ветряка, классическая теория идеального ветряка. Теория реального ветряка, работа элементарных лопастей ветроколеса, момент и мощность всего ветряка. 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. Коэффициент Беца. Геотермальная энергия и ее место в современной энергетике. Тепловой режим земной коры, подземные термальные воды, запасы и распространение термальных вод, состояние геотермальной энергетике в России. Использование геотермальной энергии для теплоснабжения жилых и производственных зданий. Тепловые схемы геотермальных электростанций, проблемы и пути их решения. Ресурсы энергии океана. Основы преобразования энергии волн. Принципы работы установок ОТЕС, волновых и приливных электростанций,</p>

	<p>потенциал их использования. Биотопливо и перспективы его использования. Использование биотоплива для энергетических целей, пиролиз, термохимические процессы, спиртовая ферментация, использование этанола в качестве топлива. 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>Основы централизованного 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. 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 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>Эксплуатация и ремонт энергетического оборудования</p>	<p>Современное состояние и тенденции развития энергетики России. Реформа энергетики: факты и последствия. Российская энергетика в период кризиса и выхода из него. Пути снижения энерготарифов - энергосбережение и модернизация. Теплоэнергетические установки и системы Типы, назначение, области применения. Типы, назначение, области применения, конструкции и тепловые схемы паротурбинных установок. Пути повышения эффективности. Паротурбинные установки для комбинированной выработки электроэнергии и тепла. Газотурбинные, атомные энергетические установки. Типы ГТУ, назначение, области применения, конструкции, тепловые схемы. Парогазовые установки. Надстройка существующих паротурбинных газотурбинными установками. Котельные установки: общие сведения, назначение и классификация котельных агрегатов: энергетические, для производственных котельных, водогрейные. Типы ВЭУ, назначение, области применения, конструкции, схемы.</p>

	<p>Комбинированные установки. Переменные режимы эксплуатации котельных и паротурбинных установок. Режимные карты. Режимы эксплуатации: пусковые, стационарные, остановочные, вывод в плановый ремонт или в резерв, аварийные остановы. Влияние изменения параметров котельного агрегата на экономичность и надежность эксплуатации паротурбинных установок. Способы регулирования нагрузки. Критерии надежности эксплуатации в переменных режимах. Допустимые изменения начальных параметров, вибрационных характеристик. Режимы эксплуатации: пусковые режимы из различных тепловых состояний. Режимы эксплуатации: стационарные, остановочные: с естественным остыванием, с ускоренным расхолаживанием по различным технологиям (в блоке с котлом, воздухом, низкопотенциальным паром). Критерии надежности при остановочных режимах. Моторный режим эксплуатации паротурбинных установок, малорасходные и беспаровые режимы при работе теплофикационных установок по тепловому графику. Область применения моторных режимов. Тепловые схемы обеспечения допустимого теплового состояния паротурбинных установок в моторном режиме. Сравнение с остановочно-пусковым режимом. Обеспечение критериев надежности. Применяемые и перспективные схемы охлаждения проточной части установок в беспаровом и малорасходных режимах. Системы теплоснабжения, нагнетательные машины теплоэнергетических установок и систем. Классификация, назначение, области применения. Тепловые схемы, источники теплоты. Районные и промышленные отопительные котельные. Основное теплофикационное оборудование. Центральные тепловые пункты. Режимы эксплуатации, обеспечение надежности и экономичности в переменных режимах эксплуатации. Нагнетательные машины теплоэнергетических установок и систем. Виды и классификация нагнетателей, основные рабочие характеристики, эксплуатация насосов в системе, насосы паротурбинных установок (питательные, конденсатные, сетевые), центробежные вентиляторы, поршневые компрессоры. Направления повышения эффективности и энергосбережения при эксплуатации теплоэнергетических установок и систем. Использование перепада давления на магистралях подачи природного газа к энергоустановкам, перепада давления в водяных магистралях.</p>
<p>Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций</p>	<p>Теплообменные аппараты. Рекуперативные теплообменные аппараты поверхностного типа непрерывного действия. Классификация, конструкции. Конструктивный и тепловой расчет. Гидравлический расчет теплообменного аппарата поверхностного типа. Компактные теплообменные аппараты. Подогреватели высокого и низкого давления. 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. Конденсатоотводчики. Охладители масла. Подогреватели мазута. Системы золоулавливания и шлакоудаления. Системы топливоподачи.</p>

Тепломассообмен

Содержание разделов: 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. 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 оребрѐнную стенку. Коэффициент эффективности ребра. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). 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. 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. 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 объѐме жидкости. Свободная конвекция в ограниченном объѐме (щели, зазоры). 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. Влияние внешних факторов на теплоотдачу при конденсации. Теплообмен при кипении жидкостей. Кривая кипения. Пузырьковое и плѐночное кипение. Расчѐт коэффициента теплоотдачи при пузырьковом кипении в большом объѐме. Критические тепловые нагрузки при кипении. Теплоотдача при плѐночном кипении. Кипение в трубах. Кризисы теплоотдачи первого и второго рода. Расчѐт коэффициентов запаса до кризиса. Классификация теплообменных аппаратов. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор. Конструкторский и поверочный тепловые

	<p>расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямого и обратного течения. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов. Понятие о расчёте смешивающих теплообменников и о расчёте регенеративных теплообменных аппаратов. 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. Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе-поглощающей средой (серое приближение). Расчет теплообмена в системе типа «газ в оболочке». Закон Бугера. Определение поглощательной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания). Понятие о методах расчёта сложного теплообмена. 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>Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок</p>	<p>Тепловые и атомные электрические станции. Теоретический цикл паросиловой установки – цикл Ренкина (в диаграммах $p-v$, $T-s$, $h-s$). Влияние начальных давлений и температуры и конечного давления на КПД цикла Ренкина. Цикл паротурбинной установки с регенерацией. Цикл паротурбинной установки с промежуточным перегревом пара. Теплофикационный цикл паросиловой установки. Паротурбинные установки. Принципиальные тепловые схемы ПТУ. Паровые турбины ТЭС. Классификация турбин. Теплофикационные установки. Теплоподогреватели системы ТЭЦ. Газотурбинные установки. Схема ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Действительный цикл ГТУ. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении и регенерацией. Цикл ГТУ со ступенчатым сгоранием топлива и многоступенчатым охлаждением. ГТУ с подводом теплоты при постоянном объеме. Парогазовые установки. Принципиальные схемы парогазовой установки (ННППУ-600, ПГУ ВНППУ, ПГУ-450 с пиковой ГТУ). ТЭС на базе двигателей внутреннего сгорания. Цикл двигателя со смешанным подводом теплоты. Цикл двигателя с подводом теплоты при постоянном объеме. Когенерационные установки.</p>
<p>ПРАКТИКИ</p>	
<p>Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков в научно-исследовательской деятельности)</p>	<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>
<p>Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и</p>	<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</p>

опыта профессиональной деятельности)	испытаний, оформлению технической документации. Методы выполнения технических расчетов, правила эксплуатации и обслуживания исследовательских установок, измерительных приборов или технологического оборудования, имеющихся в подразделении. Отдельные пакеты программ компьютерного моделирования и проектирования оборудования, технологических процессов.
Производственная практика (преддипломная)	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](#)