

Аннотация дисциплины ***Философские вопросы технических знаний - Б1.Б.1***

Целью дисциплины является

Поскольку одной из главных функций истории и философии науки является методологическая, то изучение этого курса помогает более грамотно и продуктивно участвовать аспирантам в решении частных научных задач.

Изучение философии, безусловно, способствует лучшему пониманию аспирантами процессов в научно-техническом познании, роль научно-технического фактора в обществе, культуре, глобальном переустройстве мира.

Знакомство с данной дисциплиной позволит аспирантам осмыслить развитие научно-технической и философской мысли, познакомиться со взглядами крупнейших философов и специалистов в области философии науки и техники как России, так и за рубежом, с проблемами онтологии, эпистемологии и гносеологии, овладеть основами философии науки, получить представление об основах социальной философии и антропологии техники.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов:

Предмет и основные концепции современной философии науки. Возникновение науки и основные стадии ее исторической эволюции. История отечественной науки: основные этапы становления и развития. История научных и технических школ в МЭИ (ТУ). Структура научного знания. Основания науки. Научные традиции и научные революции. Типы научной рациональности. Особенности современного этапа развития науки. Перспективы научно-технического прогресса. Философские проблемы техники и технических наук. Философские проблемы информатики

Аннотация дисциплины
ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК (технический перевод) - Б1.Б.2.

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

Место дисциплины в структуре ОПОП: базовая дисциплина подготовки по направлению: **13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника. Магистерская программа: ТЭС:** схемы, технологические процессы, энергетическое и вспомогательное оборудование, системы и агрегаты. Технология воды и топлива в энергетике. Количество зачетных единиц - 7.

Содержание разделов: Времена глагола в английском языке: группы Indefinite, Continuous, Perfect.Согласование времен. Дополнительные придаточные предложения. Определения. Определительные придаточные предложения. Модальные глаголы и их эквиваленты. Сочетания *no longer, because of, due to, thanks to...* Причастия. Герундий.Значение слова *since*.Устная тема: *My speciality (моя специальность)*.

Аннотация дисциплины

Экономика и управление производством - Б1.Б.3

Цель дисциплины: изучение и усвоение студентами общих принципов и положений в области экономики и управления производством и получение на этой основе специальных знаний, необходимых для профессиональной деятельности; формирование умений и навыков принятия эффективных экономико-управленческих решений на предприятии.

Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к базовой части общенаучного цикла М.1 основной образовательной программы подготовки магистров. Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Математический анализ», «Информационные технологии», «Экономика и управление энергетическим предприятием».

Содержание разделов:

1. Организационно-экономические основы производства

Виды предприятий. Межотраслевые комплексы. Факторы, определяющие условия функционирования предприятия. Производственный процесс и его элементы. Производственный цикл, его структура и организация во времени. Экономические показатели деятельности предприятия. Формирование чистой прибыли на предприятии. Управление на предприятии: цели, задачи и функции. Функции управления энергетикой предприятия. Анализ использования энергии в производственных процессах. Показатели энергоиспользования. Норматив расхода энергии в технологической установке. Структура энергозатрат в технологической установке. Вторичные энергетические ресурсы. Основные направления энергосбережения на предприятии. Организационная структура управления производственным предприятием.

2. Сетевые методы планирования и организации комплекса работ

Сетевая модель. Основные понятия и правила построения сетевого графика. События и работы: их виды и характеристика. Ранние и поздние сроки свершения события. Критический путь. Коэффициент напряженности. Определение резервов в сетевой модели. Полный и свободный резервы. Оптимизация сетевой модели при ограничении по численности исполнителей. Совершенствование сетевой модели при ограничении по денежным затратам. Затраты времени на работу. Оценка достоверности выполнения комплекса работ в срок.

3. Управление персоналом

Управление персоналом: основные принципы и методы. Основные функции отдела кадров. Системы оплаты труда. Оценка эффективности работы по управлению персоналом. Методы расчета производительности труда. Факторы эффективного использования трудовых ресурсов предприятия. Система управления персоналом. Типы организационной структуры управления персоналом.

4. Анализ хозяйственной деятельности

Место учета в системе управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятий. Виды и краткая характеристика учета. Экономические индексы. Анализ и диагностика хозяйственной деятельности предприятия: понятие, значение, цель, задачи и направления. Основные методы: виды и методика применения. Организационная структура АХД. Способы обработки экономической информации. Факторный анализ: понятие, типы, задачи и методика. Итоговые показатели АХД. Способы измерения влияния факторов: цепной подстановки, индексный, абсолютных разниц, относительных разниц, пропорционального деления и интегральный метод. Особенность проведения анализа себестоимости электроэнергии для энергогенерирующего предприятия методом цепных подстановок.

5. Экономическое обоснование проектных решений

Инвестиционный проект и инвестиционный цикл. Источники финансовых средств предприятия. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта. Факторы, влияющие на значение нормы дисконтирования. Учет инфляции и риска при оценке эффективности предлагаемых технических решений. Оценка экономической эффективности инвестиций в реконструкцию и техническое перевооружение энергетических объектов. Особенности сравнения вариантов инвестиционных проектов в области промышленной теплоэнергетики. Коэффициенты финансовой оценки и их использование в экономическом анализе. Финансовый анализ: цели, содержание и методы. Анализ уровня и динамики финансовых результатов деятельности предприятия. Анализ уровня рентабельности. Аналитическая группировка и анализ статей актива и пассива баланса. Условие платежеспособности. Возможные типы финансовых ситуаций на предприятии. Анализ дебиторской задолженности. Анализ ликвидности баланса.

6. Инновационная деятельность как объект инвестирования.

Инновационный процесс и инновационная деятельность. Инновационная деятельность как объект управления. Разработка программы управления инновацией. Приемы инновационного менеджмента. Классификация инноваций, инновационные ресурсы, инновационные продукты. Развитие конкуренции и роль инноваций в конкурентной борьбе. Особенности принятия решений в управлении инновациями. Инновационные стратегии. Управление инновационными преобразованиями. Инновационная активность. Экономическая эффективность и норма прибыли при инвестировании инновационных проектов.

7. Управление качеством

Уровень качества продукции и методы его оценки. Инструменты контроля качества продукции: метод расслаивания, графики, диаграмма Парето, диаграмма Исикавы, гистограммы, диаграммы разброса, контрольные карты. Экономические аспекты качества: метод калькуляции внутренних и внешних затрат на качество; метод калькуляции затрат, связанных с процессами; метод определения потерь вследствие низкого качества; существующие подходы к разработке стратегии управления затратами на качество. Принципы управления качеством в организации. Цикл PDC(S)A. Процессный и системный подход в менеджменте. Процессы управления качеством: классификация, описание, управление и регламентация.

Аннотация дисциплины

Экологическая безопасность – Б1.Б.4

Цель дисциплины: изучить основные направления повышения экологической безопасности при работе конденсационных, газотурбинных, парогазовых тепловых электростанций, а также теплоэлектроцентралей (далее – ТЭС), включая вопросы защиты водного и воздушного бассейнов, уменьшения физического воздействия, а также окружающей ТЭС территории.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: ТЭС с эффективными системами очистки уходящих газов. Применение новых экологически чистых технологий сжигания ископаемого топлива и биомассы, снижение выброса углекислого газа, а атмосферу традиционными способами. Расчет массовых выбросов веществ в атмосферу, расчет расхода химических реагентов, применяемых для снижения выброса вредных веществ в атмосферу. Разработка и создание перспективных экологически безопасных ТЭС. Использование воды на ТЭС. Основные потребители воды. Баланс водоподведения и водоотведения. Характеристика сточных вод. Системы охлаждения конденсаторов турбин. Системы ГЗУ. Воды, загрязненные нефтепродуктами. Обмывочные воды РВП. Сточные воды химических промывок и консервации оборудования. Сточные воды ВПУ. Поверхностные, ливневые и талые сточные с территории ТЭС. Основные направления сокращения водопотребления на ТЭС. Очистка сточных, методы очистки, применяемое оборудование, схемы установок для очистки сточных вод на ТЭС. Снижение минерализации и количества сточных вод. Принципы создания бессточных и малоотходных систем. Нормирование выбросов. Плата за выбросы. Нормативные документы. Основные термины и определения. Шум. Электромагнитное излучение. Вибрация. Шумовое воздействие как основной фактор физического воздействия ТЭС. Основные источники шума на ТЭС. Шумовые характеристики ГТУ, ПГУ, тягодутьевых машин, паровых выбросов. Основные способы снижения шумового воздействия. Нормы по шуму, вибрации и электромагнитному излучению. Особенности расчета. Методики расчета. Расчет уровня шума для окружающего района. Показатели направленности от устья дымовых труб и воздухозаборов ГТУ, дутьевых вентиляторов. «Бесшумная» ТЭС. Комплексное снижение шума от оборудования ТЭС. Общие требования к глушителям Абсорбционные глушители Реактивные глушители. Глушители активного типа. Комбинированные глушители. Основные методики расчета глушителей различных типов. Формула Белова. Требования к глушителям ГТУ, ПГУ. Особенности расчета глушителей ГТУ и ПГУ. Влияние температуры и скорости и направления потока на эффективность глушителей.

Особенности глушителей котлов-утилизаторов. Конструкций глушителей ГТУ и ПГУ. Требования к глушителям тягодутьевых машин. Особенности расчета глушителей для воздушного и газового тракта. Примеры конструкций глушителей. Требования к глушителям водогрейных котлов. Особенности глушителей водогрейных котлов. Примеры конструкций глушителей. Акустические экраны как средство снижения шума от трансформаторов, градирен. Основные положения расчета акустической эффективности экранов. Примеры расчета. Конструкции экранов. Многокритериальная оптимизация при разработке мероприятий по шумоглушению. Обоснование требуемого снижения уровня шума от источников на ТЭС. Техничко-экономические характеристики глушителей.

Аннотация дисциплины

Энергосбережение и ресурсосбережение в теплоэнергетике - Б1.Б.5

Цель дисциплины: изучение источников потерь энергии и ресурсов в теплоэнергетических установках и системах транспорта энергии, современных энергосберегающих технологий, позволяющих повышать эффективность использования энергии и ресурсов в теплоэнергетике, влияния параметров процессов на эффективность работы теплоэнергетических систем.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Основные понятия и определения. Состояние и перспективы энергосбережения и ресурсосбережения в теплоэнергетике. Законодательная база энергосбережения и ресурсосбережения. Показатели тепловой экономичности теплоэнергетических систем. Применение термодинамического анализа для определения эффективности работы энергетических систем. Виды КПД. Системный подход. Котельное и турбинное оборудование теплоэнергетических установок «большой» энергетики. Основное оборудование объектов «малой» энергетики. Вспомогательное оборудование теплоэнергетических систем: насосы, теплообменники, трубопроводы, градирни. Влияние параметров процессов на эффективность работы теплоэнергетических систем: острого пара, давления в конденсаторе, промежуточного перегрева пара. Оптимизация параметров тепловых схем теплоэнергетических установок. Влияние режимов работы основного и вспомогательного оборудования на эффективность работы теплоэнергетических установок. Зависимости КПД теплоэнергетических установок от нагрузки. Анализ состава оборудования, условий топливо- и водоснабжения, особенностей тепловой схемы. Оценка состояния технического учета и отчетности, нормирования и анализа показателей топливоиспользования. Анализ состояния оборудования, эффективности работы элементов технологической схемы в котлотурбинном цехе. Анализ оптимальности тепловой схемы. Оптимизация распределения электрических и тепловых нагрузок между агрегатами ТЭС. Оборудование химического цеха. Топливо-транспортное оборудование. Здания и сооружения. Состояние системы измерений и АСУ ТП. Типы термотрансформаторов: пароконденсационные, абсорбционные и воздушные. Принципы работы и возможные режимы работы термотрансформаторов. Источники энергии для обеспечения работы термотрансформаторов. Критерии оценки эффективности работы термотрансформаторов. Система газоснабжения. Принципы работы и возможные схемы детандер-генераторных агрегатов. Термодинамические основы работы и принципиальные схемы детандер-генераторных агрегатов. Основные особенности работы и условий эксплуатации ДГА.

Критерии оценки влияния ДГА на технико-экономические показатели работы предприятия. Основные методические положения оценки эффективности применения ДГА. Источники энергии для подогрева газа в ДГА. Бестопливные схемы ДГА. Технология когенерации. Типы когенерационных теплоэнергетических систем. Когенерационные установки в "большой" и "малой" энергетике: схемы, критерии оценки и показатели термодинамической и технико-экономической эффективности. Технология тригенерации. Типы тригенерационных теплоэнергетических систем. Централизованное хладоснабжение. Тригенерационные установки в "большой" и "малой" энергетике: схемы, критерии оценки и показатели термодинамической и технико-экономической эффективности. Системы теплоснабжения: централизованные, децентрализованные, автономные, индивидуальные. Их элементы. Теплофикация. Достоинства, недостатки, область применения. Определение экономии топлива при совместной выработке теплоты и электроэнергии по сравнению с отдельной. Упрощенный метод определения выработки электроэнергии теплофикационным и конденсационным способами и расхода топлива на ТЭЦ. Методы определения расчетных и текущих, часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Часовые и годовые графики расхода теплоты жилыми районами. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации. Понятие об оптимальном часовом коэффициенте теплофикации. Основное уравнение тепловой характеристики. Аналитические и полуэмпирические зависимости для расчетов эффективности теплообменных аппаратов с различными схемами движения теплоносителей в нерасчетных условиях. Тепловые характеристики отопительных систем при различных схемах присоединения к водяным тепловым сетям. Качественное регулирование комбинированной тепловой нагрузки в закрытых и открытых водяных системах централизованного теплоснабжения по отопительной нагрузке при зависимом и независимом присоединении отопительных установок. Качественное регулирование по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения в закрытых и открытых системах. Качественно-количественное регулирование в открытых системах теплоснабжения. Причины и оценка величины избыточного потребления тепла установками отопления, Учет режима функционирования потребителей при разработке режима подачи тепла на отопление (учет внутренних тепловыделений, требуемой температуры внутреннего воздуха, сменности функционирования). Фактические и требуемые графики подачи тепла в отапливаемые здания. Оценка энергетического эффекта от приведения режима подачи тепла на отопление в соответствие с требуемым. Возможности энергосбережения в системах вентиляции и горячего водоснабжения. Схемы современных тепловых пунктов, реализующих мероприятия по повышению тепловой экономичности теплопотребляющих систем. Кожухотрубные и пластинчатые теплообменники: конструкции, достоинства и недостатки. Выбор расчетного режима для

теплообменников отопления и горячего водоснабжения. Расчёт и выбор теплообменника при заданных тепловой нагрузке и располагаемом напоре на тепловом пункте с использованием уравнений тепловой и гидравлической характеристики. Основные уравнения для определения количества отпущенного и поставленного тепла. Узел учёта тепла и теплоносителя и его функции. Схемы узлов учёта на тепловых пунктах потребителей в водяных и паровых системах. Средства измерений для определения количеств тепла и теплоносителей, их достоинства, недостатки и область применения. Цели и область применения аккумулирования тепла. Схемы источников и потребителей тепла с теплоаккумулирующими установками в водяных и паровых системах теплоснабжения. Расчёт ёмкости аккумуляторного бака. Конструкции аккумуляторов тепла для водяных систем. Аккумулирование тепла в паровых системах: схемы, расчёт, конструкции. Теплоаккумулирующая способность водяных тепловых сетей. Теплоаккумулирующая способность отапливаемых зданий. Гидравлический удар в водяных системах теплоснабжения. Способы его предотвращения, методы защиты. Повышение структурной надёжности водяных сетей путём резервирования и сооружения кольцевых сетей. Часовой и годовой коэффициент теплофикации. Совместная работа основного и пикового источников теплоты в городских теплофикационных системах. Режимы функционирования основного и пикового источников теплоты при теплоснабжении населённого пункта от загородной ТЭЦ по однетрубному транзитному теплопроводу.

Аннотация дисциплины **АСУ ТП энергоблоков - Б1.Б.6**

Цель дисциплины: изучение концепции построения автоматизированных систем управления технологическими процессами на энергоблоках ТЭС и АЭС, изучение общих принципов автоматизированного и автоматического управления технологическими процессами в тепловой и атомной энергетике.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Основные понятия и определения. Энергосистема как объект управления. Структура многоступенчатого управления объединенной энергосистемой. Автоматизированная система диспетчерского управления ЕЭС. Иерархия управления на энергоблоках ТЭС и АЭС. Критерии управления технологическим объектом. Автономные системы регулирования энергоблока. Информационные функции АСУ ТП энергоблока и ТЭС (АЭС). Управляющие функции АСУ ТП энергоблока и ТЭС (АЭС). Подсистемы АСУ ТП энергоблока АЭС с реактором ВВЭР: состав, назначение и выполняемые функции. Подсистемы АСУ ТП блока ТЭС. Автоматизированное управление технологическим объектом в режимах: «советчика» оператору, супервизорного управления, прямого цифрового управления, распределенного цифрового управления. Понятие функциональной группы основного и вспомогательного оборудования. Функционально-групповое управление технологическими процессами энергоблоков. Методы определения статических и динамических характеристик объектов управления. Метод регрессионного анализа. Разновидности входных возмущений при исследовании динамики участков энергоблоков. Аппроксимация переходных характеристик объектов управления. Методы решения задач статической оптимизации. Метод множителей Лагранжа при поиске оптимальных электрических нагрузок энергоблоков ТЭС и АЭС. Барабанный паровой котел как объект управления. Прямоточный паровой котел как объект управления. Парогазовая установка как объект управления. Энергоблок АЭС с реактором ВВЭР как объект управления. Особенности управления энергоблоком в режиме выдачи электроэнергии в сеть: статическое и астатическое регулирование. Регулирование давления пара перед турбиной в базисном режиме работы. Регулирование уровня в парогенераторах АЭС и котлоагрегатов ТЭС. Автоматическое регулирование технологических параметров конденсатно-питательного тракта энергоблоков ТЭС и АЭС. Автоматическое регулирование параметров БРОУ. Автоматическое регулирование параметров группы ПНД. Виды управляющих воздействий на объекты ТЭС (АЭС) и требования к ним. Регулирование расхода путем изменения числа параллельно работающих насосов. Регулирование расхода путем изменения частоты вращения работающих насосов. АСР производительности турбопитательного насоса. Изменение расхода и числа оборотов насосов при примене-

нии гидромуфт. Регулирование производительности питательного электронасоса. АСР производительности ПЭН. Устройства аварийной защиты теплового оборудования. Требования к автоматическим технологическим защитам блоков. Автоматические технологические защитные (АТЗ) устройства. Логические схемы АТЗ и их назначение. Логическая схема АТЗ группы ПВД. Технологическая защита парогенератора и турбогенератора.

Аннотация дисциплины
Методы расчета тепловых схем ТЭС - Б1.В.ОД.1

Цель дисциплины: изучение методов математического моделирования энергетических процессов в тепловых схемах тепловых электростанций и их реализации компьютерными средствами.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б1 основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 1

Содержание разделов: Заводы энергетического машиностроения России. Характеристики турбоустановок и энергетических котлов, эксплуатируемых на ТЭС. Температурный график теплоснабжения. Состав исходных данных для проектных и эксплуатационных расчетов тепловых схем. Блок-схема общего алгоритма поверочного расчета тепловой схемы конденсационных и теплофикационных турбоустановок. Опорные режимы турбоустановок. Температурный график теплоснабжения от ТЭЦ в Москве. Моделирование тепловых процессов для определения давления в камерах теплофикационных отборов турбин. Реализация расчетного алгоритма в MS Excel. Модели Стодола-Флюгеля для описания изменения давления в проточной части турбины. Моделирование изменения энергии потока пара в турбине. Реализация системы моделей для расчета процесс расширения пара в турбине в MS Excel. Декомпозиция тепловой схемы энергоблока на расчетные подсистемы. Моделирование вариантов схем включения ПВД, ПНД и деаэратора. Алгоритмизация расчета и его реализация в MS Excel. Моделирование расчета внутренней мощности группы ступеней (отсека) и турбины в целом. Учет потерь энергии турбогенератора. Моделирование энергетических процессов в насосах для определения затрат мощности на их электропривод. Моделирование расчета показателей энергетической эффективности турбоустановки и энергоблока. Блок-схема конструкторского расчета тепловой схемы. Особенности проектирования тепловых схем энергоблоков с суперкритическими параметрами пара. Особенности тепловых схем энергоблоков КЭС и АЭС. Особенности моделирования тепловых процессов влажнопаровой турбины.

Аннотация дисциплины

Режимы работы и эксплуатация ТЭС - Б1.В.ОД.2

Цель дисциплины: является изучение основных правил технической эксплуатации и режимов работы, а также совершенствования режимов работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС для последующего использования их в самостоятельной работе.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б1 основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 12

Содержание разделов: Графики нагрузки станций и энергосистем и их классификация и характеристики. Мобильность энергоблоков, участие их в регулировании частоты в энергосистеме. Эксплуатация ТЭС на частичных нагрузках. Работа основного и вспомогательного оборудования в переходных режимах. Регулировочный диапазон оборудования. Эффективность работы оборудования и энергоблока на частичных нагрузках. Энергетические характеристики оборудования. Изменение режимов работы вспомогательного оборудования в зависимости от уровня мощности. Температурные напряжения и надежность работы оборудования. Перегрузочные возможности оборудования ТЭС. Особенности эксплуатации оборудования ТЭЦ. Участие теплофикационных агрегатов в регулировании графиков нагрузки. Энергетические характеристики ТЭЦ. Аварийные режимы ТЭС. Основные принципы оптимизации режимов работы. Совершенствование схем и технологии пуска и останова основного оборудования. Способы и методы получения дополнительной мощности. Выбор оптимальных методов и технологий. Способы расширения регулировочного диапазона основного оборудования. Способы прохождения провалов нагрузки, конденсационными энергоблоками и агрегатами ТЭЦ. Аккумуляирование энергии. Методы, способы эффективности и применимость, методы оценки. Выбор оптимального состава оборудования. Методы распределения нагрузки между агрегатами. Принципы разработки концепции развития станций на этапе инвестиционного обоснования проектов, с учетом режимов работы оборудования.

Аннотация дисциплины

Энергетические установки высокой эффективности - Б1.В.ОД.3

Цель дисциплины: изучение тепловых схем современных энергетических установок высокой эффективности, конструктивных особенностей основного оборудования, основ расчета и анализа режимов работы установок с использованием паросиловых, газотурбинных, газопоршневых и парогазовых технологий, особенностей их эксплуатации, оптимизации тепловых схем и параметров.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б1 основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 5

Содержание разделов: Основные типы установок высокой эффективности. Современный уровень тепловой экономичности и способы его достижения. Достоинства и недостатки газотурбинных, газопоршневых и парогазовых установок, а также особенности их работы. Основные способы совершенствования тепловых схемы, термодинамических циклов, и характеристик газотурбинных циклов. Назначение вспомогательных элементов технологических схем ГТУ (впрыск пара/воды, система туман, подогрев топлива перед КС, промежуточное охлаждение воздуха - интеркуллеры, подогрев охлаждения воздуха на всасе компрессора). Влияние вспомогательных технологий на показатели тепловой экономичности ГТУ. Основные положения методики исследования и оптимизации начальных параметров пара ПГУ-КЭС с КУ одного-, двух- и трех контурных схемах. Влияние параметров пара на входе в ПТУ, давления в конденсаторе, промежуточного перегрева пара. Создание энергоблоков со сверхкритическими и ультрасверхкритическими параметрами пара. Основные проблемы, существующие разработки схем и оборудования на ССКП и УСКП. Использование прямоточных котлов в схемах ПГУ. Пути использования твердого топлива на ТЭС. ПГУ с ЦКС и внутрицикловой газификацией угля. Оптимизация структуры схем. Совершенствование схем ГТУ и ПГУ с впрыском пара/воды. Основные технические решения. Выбор параметров. Особенности тепловых схем. Рассматриваются основные способы повышения маневренности современных энергоблоков ПГУ. Оптимизация пусковых и остановочных графиков нагрузки. Пуски из различных состояний. Особенности работы основного оборудования на переменных режимах. Тепловые схемы ГПУ, ГПУ-ТЭЦ, ГП-ПГУ особенности выбора оборудования и тепловой схемы. Схемы отпуска тепловой энергии в виде пара и горячей воды. Производство холода. Основные параметры и особенности работы.

Аннотация дисциплины

Технико-экономическая оптимизация в теплоэнергетике - Б1.В.ОД.4

Цель освоения дисциплины: изучение методов технико-экономического и стоимостного анализа эффективности проектных решений при оптимизации схем ТЭС.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока дисциплин Б1 основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Состояние энергетики России, структура управления; организационные формы функционирования. Основные документы, определяющие развитие энергетики. Роль технико-экономических расчетов на современном этапе развития энергетики. Основные документы, регламентирующие оформление технической документации. Технический уровень российских и зарубежных ТЭС и роль технико-экономических оптимизационных расчетов в проблеме повышения научно-технического уровня проектов, повышения надежности и экономичности эксплуатации ТЭС, снижения капитальных затрат. Проектирование ТЭС. Этапы и участники проектирования энергообъектов. Основы бизнес-планирования. Структура бизнес-плана строительства энергообъекта. Методика подготовки каждого из разделов бизнес-плана. Основные приложения к бизнес-плану. Структура капиталовложений на ТЭС. Способы оценки капитальных затрат в современных условиях. Основные факторы, определяющие оптимальные значения мощности электростанций. Влияние увеличения мощности и укрупнения оборудования на технико-экономические показатели электростанций и надежность работы ее. Финансово-экономические показатели оптимизации на ТЭС в рыночных условиях хозяйствования. Учет фактора времени при расчете показателей экономической эффективности проекта. Определение и выбор ставки дисконтирования. Выбор горизонта расчета. Подготовка основных исходных данных для расчета экономической эффективности. Основные программы для расчета коммерческой и экономической эффективности. Управление персоналом: основные принципы и методы. Основные функции отдела кадров. Системы оплаты труда. Методы расчета необходимого количества персонала в зависимости от типа энергообъекта. Цели и возможности SWAT анализа. SWAT анализ предприятия. Матрица СЦАТ анализа. SWAT анализ проекта и предприятия. SWAT анализ персонала и конкурентов.

Аннотация дисциплины

Основы теории надежности, ремонтпригодности и монтажа оборудования ТЭС -

Б1.В.ОД.5

Цель дисциплины: формирование знаний в области технологии монтажа и ремонта основного и вспомогательного оборудования на строительных площадках ТЭС и действующих энергетических предприятиях

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б1 основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 4

Содержание разделов: Основные понятия теории надежности и ремонтпригодности. Характеристика состояний технических объектов. Свойства надежности технических систем. Проектно-техническая документация. Руководящие и нормативные документы по монтажу оборудования. Проектирование организации производства монтажных работ. Сметная часть проектов. Готовность строительных конструкций для монтажа оборудования. Метод блочного монтажа оборудования. Блочная поставка котельных агрегатов и паровых турбин. Показатели эффективности блочного монтажа. Поточный монтаж энергетических блоков. Продолжительность монтажа строительства и монтажа оборудования. Нормы продолжительности строительства и монтажа. Оптимальная продолжительность монтажа оборудования. График движения рабочей силы. Сменный режим работы на монтаже. Энергоснабжение монтажного участка. Электрическое освещение объектов монтажа. Организация кислородного хозяйства. Обеспечение участка горючими газами и сжатым воздухом. Генеральный план монтажной площадки. Расчет необходимых площадей сборочных площадок и складов. Временные здания и сооружения. Основные положения для выбора монтажных механизмов. Механизмы для монтажа оборудования котельных и машинных залов. Годовые и сменные режимы работы монтажных механизмов. Графики монтажа оборудования. Оценка времени выполнения работ. Сетевой график и его основные элементы. Расчет сетевых графиков. Системы СПУ на монтажном участке. Экономика производства монтажных работ. Показатели стоимости электростанций и монтажных работ. Образование цены монтажа оборудования. Укрупненные сметные нормы. Затраты труда на монтаж. Трудоемкость монтажа. Организация ремонта энергетического оборудования. Периодичность ремонтов и нормы простоя оборудования в ремонте. Техническое обслуживание и плановые ремонты оборудования. Подготовительные работы к капитальным и средним ремонтам. Номенклатура и объем типовых работ, выполняемых при капитальном ремонте. Вывод в ремонт и производство ремонтов. Заводской ремонт транспортабельного оборудования. Планирование ремонтов. Финансирование ремонтов. Приемка оборудования из ремонта и оценка качества выполненных работ.

Аннотация дисциплины

Водно-химические режимы теплоэнергетических установок - Б1.В.ОД.6

Цель дисциплины: организация водно-химического режима теплоэнергетических установок, обеспечивающих безаварийную и экономичную эксплуатацию теплоэнергетического оборудования.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б1.В основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Влияние физических и химических факторов на развитие коррозионных процессов. Анодная поляризационная кривая. Фляде-потенциал. Условия возникновения и развития усталостной коррозии (коррозия под напряжением). Основные факторы, влияющие на развитие усталостной коррозии. Причины возникновения кислотно-фосфатной коррозии и способы её предотвращения. Основной механизм воздействия среды на металл при возникновении процессов эрозии-коррозии. Типы эрозии коррозии: местная и локальная. Основные зоны возникновения эрозионно-коррозионных повреждений оборудования на тепловых и атомных электростанциях. Эрозионно-коррозионные повреждения в однофазной и двухфазной среде. Основные мероприятия, направленные на предотвращение эрозионно-коррозионных повреждений оборудования. Основные принципы построения диаграмм состояний – диаграмм, показывающих формы существования различных соединений продуктов коррозии конструкционных материалов в зависимости от рН и ОВП. Уравнения для расчёта форм существования оксидов железа и меди. Влияние температуры на формы существования продуктов коррозии. Анализ диаграмм состояний для оценки организации водно-химического режима. Требования к качеству охлаждающей воды в системах охлаждения электрогенераторов Основные водно-химические режимы систем охлаждения. Пути поступления органических примесей в пароводяной тракт ТЭС и АЭС. Термическое разложение органических примесей и основные коррозионно-активные примеси, образующиеся в процессе разложения. Влияние органических примесей на коррозию оборудования и загрязнение насыщенного пара хлоридами и сульфатами. Переход органических примесей из кипящей воды в насыщенный пар. Поведение органических примесей в зоне фазового перехода в паровых турбинах. Теоретические основы коррекционной обработки котловой воды для предотвращения образования отложений труднорастворимых соединений на теплопередающих поверхностях. Фосфатирование котловой воды для предотвращения образования отложений CaSO_4 , CaSiO_3 . Применение гексаметофосфата натрия для снижения скорости образования отложений продуктов коррозии железа и меди. Особенности образования отложений продуктов коррозии меди. Использование гидразина для снижения скорости образования отложений продуктов коррозии конструкционных материалов. Характери-

стики основных плёнкообразующих аминов, используемых в энергетике для коррекции водно-химического режима и консервации оборудования. Принцип действия плёнкообразующих аминов. Влияние плёнкообразующих аминов на стояночную коррозию и коррозию в процессе работы оборудования. Преимущества и недостатки использования многокомпонентных реагентов, содержащих плёнкообразующие амины для коррекционной обработки питательной и котловой воды. Влияние плёнкообразующих аминов на скорость образования отложений в пароводяном тракте ТЭС. Требования к качеству подпиточной и сетевой воды в системах теплоснабжения. Карбонатный индекс. Методы подготовки воды для систем теплоснабжения. Особенности систем охлаждения конденсаторов турбин. Типы систем охлаждения конденсаторов. Методы обработки охлаждающей воды для прямоточных и оборотных систем охлаждения. Использование аминов для обработки охлаждающей воды в системах оборотного охлаждения. Ступенчатое испарение, регулирование качества котловой и питательной воды. Промывка пара, коррекционная обработка котловой и питательной воды. Поведение примесей в паровых турбинах, работающих на перегретом паре. Влияние отложений на изменение мощности паровых турбин. Растворимость различных соединений в паре при прохождении пара через турбину. Состав отложений в проточной части паровых турбин. Особенности работы турбин на насыщенном паре. Коррозионные процессы, протекающие в проточной части паровых турбин. Требования к качеству пара. Особенности эксплуатации котлов-утилизаторов. Схемы котлов-утилизаторов, рабочие параметры, используемые конструкционные материалы. Требования к качеству воды и пара. Основные водно-химические режимы котлов-утилизаторов, их преимущества и недостатки. Эрозионно-коррозионные процессы в пароводяном тракте котлов-утилизаторов.

Аннотация дисциплины

Теплотехнические измерения и испытания на котлах - Б1.В.ДВ.1.1

Цель дисциплины: получение знаний о видах и основных методах проведения испытаний котлов, способах определения тепловосприятый, тепловых потерь в котлах.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б1 основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Задачи характерных видов испытаний (приемо-сдаточные, наладочные, экспресс-испытания, исследовательские). Требуемая точность испытаний. Организация испытаний (план, объем измерений, пробные испытания). Обработка результатов испытаний, отбраковка ошибочных замеров. Способы измерения температур газов в топке и газоходах при температурах более 850⁰С и измерение при более низких температурах (оптический пирометр, спектрометры, гильзовые, отсосные и открытые термоэлектрические приборы). Современные способы акустического и радиоволнового определения усредненных температур в топках. Измерение температур рабочей среды (вода, пар). Измерение тепловых потоков в топках (термозонды, температурные вставки, калориметрические трубы). Измерение расхода газов (воздуха) и рабочей среды. Способы измерений расходов в больших газоходах (воздухопроводах), приборы для измерений расхода пара и воды при высоких давлениях (применение напорных трубок), определение скорости рабочей среды. Измерение давлений и перепадов давлений. Дифманометры и микроманометры, области их применения. Обратный тепловой баланс котла и составляющие потерь. Методы и точность определения потерь с уходящими газами, механическим и химическим недожогом, пороговая чувствительность хроматографов, ошибки измерения малых концентраций. Современные приборы для определения горючих в золовом остатке (инфракрасный измеритель). Определение потерь с внешним охлаждением, приборы для фиксации тепловых потоков и температур поверхности обмуровки. Тепловые потери со шлаком. Определение присосов воздуха в топке прямым и косвенным способами. Оценка присосов в газоходах по показаниям кислородомеров. Методики определения минимальной нагрузки котла, нагрузки при отключении одного вентилятора или дымососа, определение доли рециркуляции газов. Статистика отказов в работе. Обеспечение надежности радиационных настенных поверхностей. Теплогидравлическая разверка в ширмовых пароперегревателях. Характерные аварийные ситуации. Способы выравнивания тепловосприятый пара в трубах ленты ширм. Влияние ступенчатого сжигания и подовых горелок на надежность труб ширм. Разверка температур металла в пароперегревателях. Основные нарушения работы конвективных пакетов перегревателей (тепловая и гидравлическая разверка, явление ползучести металла,

температурная усталость и водородное охрупчивание металла, особенно аустенитных трубных поверхностей). Расчет срока службы металла по данным испытаний. Нарушение в работе пакетов экономайзера (влияние линии рециркуляции при растопке, надежность работы «кипящей» ступени, язвенная коррозия), методы устранения нарушений. Повышение эффективности работы поверхностей нагрева котла. Замена старого энергоблока новой парогазовой установкой. Пути реконструкции по схеме сжигания топлива в кипящем слое. Создание новых энергоблоков повышенной эффективности, в том числе – перевод на суперсверхкритические параметры пара.

Аннотация дисциплины

Энергосбережение при транспорте и распределении теплоты - Б1.В.ДВ.1.2

Цель дисциплины: изучение возможностей и способов повышения экономичности современных водяных систем централизованного теплоснабжения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б1 основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 5

Содержание разделов: Основное уравнение тепловой характеристики. Аналитические и полуэмпирические зависимости для расчётов эффективности теплообменных аппаратов с различными схемами движения теплоносителей в нерасчётных условиях. Тепловые характеристики отопительных систем при различных схемах присоединения к водяным тепловым сетям. Качественное регулирование комбинированной тепловой нагрузки в закрытых и открытых водяных системах централизованного теплоснабжения по отопительной нагрузке при зависимом и независимом присоединении отопительных установок. Качественное регулирование по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения в закрытых и открытых системах. Качественно-количественное регулирование в открытых системах теплоснабжения. Причины и оценка величины избыточного потребления тепла установками отопления, Учёт режима функционирования потребителей при разработке режима подачи тепла на отопление (учёт внутренних тепловыделений, требуемой температуры внутреннего воздуха, сменности функционирования). Фактические и требуемые графики подачи тепла в отапливаемые здания. Оценка энергетического эффекта от приведения режима подачи тепла на отопление в соответствие с требуемым. Возможности энергосбережения в системах вентиляции и горячего водоснабжения. Схемы современных тепловых пунктов, реализующих мероприятия по повышению тепловой экономичности теплопотребляющих систем. Кожухотрубные и пластинчатые теплообменники: конструкции, достоинства и недостатки. Выбор расчётного режима для теплообменников отопления и горячего водоснабжения. Расчёт и выбор теплообменника при заданных тепловой нагрузке и располагаемом напоре на тепловом пункте с использованием уравнений тепловой и гидравлической характеристики. Основные уравнения для определения количества отпущенного и поставленного тепла. Узел учёта тепла и теплоносителя и его функции. Схемы узлов учёта на тепловых пунктах потребителей в водяных и паровых системах. Средства измерений для определения количеств тепла и теплоносителей, их достоинства, недостатки и область применения. Цели и область применения аккумулирования тепла. Схемы источников и потребителей тепла с теплоаккумулирующими установками в водяных и паровых системах теплоснабжения. Расчёт ёмкости аккумуляторного бака. Конструкции аккумуляторов тепла для водяных систем. Аккумулирование тепла в паровых системах: схемы, расчёт,

конструкции. Теплоаккумулирующая способность водяных тепловых сетей. Теплоаккумулирующая способность отапливаемых зданий. Гидравлический удар в водяных системах теплоснабжения. Способы его предотвращения, методы защиты. Повышение структурной надёжности водяных сетей путём резервирования и сооружения кольцевых сетей. Часовой и годовой коэффициент теплофикации. Совместная работа основного и пикового источников теплоты в городских теплофикационных системах. Режимы функционирования основного и пикового источников теплоты при теплоснабжении населённого пункта от загородной ТЭЦ по однетрубному транзитному теплопроводу.

Аннотация дисциплины

Энергетические газозвоздухопроводы ТЭС - Б1.В.ДВ.2.1

Цель дисциплины: сформировать у студентов научное мировоззрение, позволяющее изучать совместное влияние элементов энергетических газозвоздухопроводов для последующего использования с целью повышения экономичности, надежности и экологической безопасности ТЭС.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина по направлению подготовки магистров 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль: прикладной магистр). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Схемы и анализ энергетических газозвоздухопроводов (ЭГ). Назначение энергетических газозвоздухопроводов и его составные части. Принципиальные и полные схемы ЭГ. Схемы ЭГ, позволяющие уменьшить коррозию воздухоподогревателя. Затраты энергии на привод ТДМ. Экономический эффект от применения котлов с газоплотными стенками и под наддувом. Полные схемы ЭГ. Аэродинамические характеристики элементов ЭГ. Особенности течения потоков в элементах ЭГ. Теория течения в каналах. Расчет аэродинамического сопротивления элементов газозвоздушного тракта. Теоретические основы разработки элементов ЭГ. Примеры оптимальных с точки зрения аэродинамики форм поворотов, цоколей и воздухозаборов. Акустические характеристики элементов ЭГ. Особенности расчета снижения уровня в энергетических газозвоздухопроводах. Снижение уровня шума на прямых участках. Снижение уровня шума на поворотах. Снижение уровня шума в тракте. Расчет уровня шума от энергетических газозвоздухопроводов. Особенности расчета. Расчет уровня шума для окружающего района. Показатели направленности от устья дымовых труб и воздухозаборов дутьевых вентиляторов. Тягодутьевые машины как элемент ЭГ. Требования к тягодутьевым машинам ЭГ. Влияние характеристик ЭГ на характеристики ТДМ Особенности регулирования ТДМ. Надежность работы ТДМ ЭГ. Шумовые характеристики ТДМ Выбор ТДМ для газозвоздушного тракта. Устройства по очистке дымовых газов. Требования к устройствам по очистке дымовых газов. Пылезолоулавливание. Снижение выбросов оксидов серы. Снижение выбросов оксидов азота. Дымовые трубы. Требования к дымовым трубам. Типы дымовых труб. Расчет необходимой высоты дымовой трубы. Некоторые вопросы аэродинамики дымовых труб. Компоновка элементов ЭГ. Основные требования к компоновке ЭГ. Выбор типа и числа дымовых труб и унификация их размеров Выбор цокольной части дымовой трубы.

Аннотация дисциплины

Расчеты на прочность в энергетике - Б1.В.ДВ.2.2

Целью освоения дисциплины является подготовка специалистов в области расчетов и экспериментального исследования оборудования и узлов теплотехнического оборудования на прочность, жесткость и устойчивость.

Место дисциплины в структуре ООП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю «Прикладная магистратура» направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Расчеты на прочность сосудов давления, корпусных конструкций и трубопроводов. Расчет тонкостенных конструкций. Прочность при циклических напряжениях. Расчеты на прочность при повышенных температурах. Элементы теории конструкционной надежности теплоэнергетического оборудования и обоснование нормативных расчетов.

Аннотация дисциплины
Топливное хозяйство и золошлакоудаление - Б1.В.ДВ.3.1

Цель дисциплины: сформировать у студентов научное мировоззрение по способам подготовки энергетических топлив к сжиганию в котлах и удалению с электростанций золошлаковых материалов.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина по направлению подготовки магистров 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль: прикладной магистр). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Топливное хозяйство ТЭС на газовом и жидком топливе
Природное газовое топливо и газовое хозяйство ТЭС. Оборудование газораспределительных пунктов. Безопасность газового хозяйства. Состав и характеристики мазутов. Типы и технологические схемы мазутного хозяйства. Оборудование мазутного хозяйства. 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, метало- 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 углеразмольных 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 ГЗУ. Шлакоудаляющие устройства и шлакодробилки, золосмывные устройства. Основы расчёта внутристанционного безнапорного 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.

Аннотация дисциплины

Методы оптимизационных расчетов в теплоэнергетике - Б1.В.ДВ.3.2

Цель дисциплины: изучение основ алгоритмизации и применения методов оптимизации для решения практических задач проектирования и управления теплотехническими системами теплоэнергетических объектов различного уровня сложности.

Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к вариативной по выбору части Б1 блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению подготовки прикладных магистров 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Понятие графа теплообменного устройства и тепловой схемы. Построение целевой функции и выбор критериев эффективности. Одномерная оптимизация. Задачи условной/безусловной оптимизации. Численные методы решения задач одномерной оптимизации. Линейные/нелинейные системы. Методы многомерной оптимизации. Тенденции развития, перспективы применения. Применение пароконденсационных ТНУ в схемах ТЭЦ, КЭС и в автономных СТХС для обеспечения холодильной и отопительной нагрузки, и нагрузки горячего водоснабжения (ГВС). Оборудование комбинированной СТХС с теплонасосным отоплением и ГВС. Иерархическая структура СТХС как теплоэнергетического объекта, критерии эффективности каждого уровня структуры. Методика построения характеристики сложного теплотехнического объекта. Схема простой ТНУ и ее элементы (компрессор, испаритель, конденсатор, дросселирующее устройство). Рабочие вещества ТНУ. Экологические критерии выбора рабочих веществ. Термодинамические циклы простой ТНУ, с регенерацией теплоты и с переохлаждением. Расчет теплофизических параметров в характерных точках цикла. Энергетическая эффективность. Холодильный коэффициент и коэффициент преобразования теплоты. Эксергетический КПД. Постановка задачи проектного расчета ТНУ как задачи оптимизации. Факторы, лимитирующие теплопередачу в испарителе/конденсаторе. Интенсификация процесса теплопередачи в испарителе ТНУ с помощью оребрения. Коэффициент эффективности оребренной поверхности. Постановка задачи двухпараметрической технико-экономической оптимизации теплообменника ТНУ. Оптимизируемые параметры, целевая функция. Применение методов многомерной оптимизации (симплекс-метод, метод градиента, метод Ньютона-Рафсона) для решения линейных/нелинейных систем. Применение методов оптимизации для построения аппроксимаций наборов данных, представленных в табличной форме. Выбор оборудования ТНУ. Постановка задачи поверочного расчета ТНУ. Оценка технико-экономической эффективности ТНУ с помощью укрупненных показателей. Техничко-экономическая оптимизация СТХС как задача многопараметрической оптимизации с ограничениями в виде равенств и неравенств. Расчет теплофизических параметров в характерных точках термодинамического цикла тригенерационной установки. Особенности применения различных рабочих ве-

ществ в прямом термодинамическом цикле. Определяющие критерии, целевая функция. Оценка максимальной теплопроизводительности теплообменных аппаратов в схемах ТЭС и ТНУ. Применение $\varepsilon - NTU$ метода для расчета и оптимизации теплообменных аппаратов с помощью «генетического» алгоритма. Постановка задачи проектного расчета схемы тригенерационной установки как задачи многокритериальной оптимизации. Трубопроводный транспорт тепло-хладоносителей. Надземные и подземные коммуникации. Тепловой и гидравлический расчет трубопроводов. Математическая модель для расчета температурных режимов надземных и подземных трубопроводов. Формулы Шухова и Форхгеймера. Сопоставление с численным решением двумерной задачи стационарной теплопроводности в системе трубопровод-грунт-атмосфера с помощью пакета ANSYS. Системы обогрева трубопроводов. Постановка и решение задачи компенсации тепловотерь трубопровода. Оценка времени безопасной остановки перекачки транспортируемого вещества. Расчет тепловой мощности необходимой для разогрева транспортируемого продукта до заданной температуры. Определение минимальной длины участка обогрева. Постановка задач оптимизации применительно к расчету температурных режимов трубопроводов. Выбор целевой функции и критериев эффективности. Применение методов одномерной оптимизации (бисекции, золотого сечения, Ньютона ...) для решения линейных/нелинейных уравнений. Построение целевой функции с помощью метода удельных приведенных затрат. Классификация удельных приведенных затрат по техническим, режимным и экономическим признакам. Технико-экономическая оптимизация многоцелевых теплотехнических установок. Применение эксергетического метода анализа для определения интегрального критерия эффективности и оптимального значения целевой функции, построенной с помощью метода удельных приведенных затрат.