

Аннотация дисциплины «Философские вопросы технических знаний» (Б1.Б.1)

1. Цель дисциплины: сформировать целостные представления о возникновении и развитии техники и знаний о ней, включая знание о субъекте технического творчества - инженерного сообщества как социальной группы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки магистров по профилю: Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика. Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ. Энергообеспечение предприятий. Теплообменные процессы и установки. Энергетика теплотехнологии. Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки. Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике направления: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 2.

3. Краткое содержание разделов:

Системный анализ, как методология изучения и решения проблем Развитие системных представлений (теория, практика, образование). Появление системного анализа как дисциплины. Понятие проблемы. Отличие задач, решаемых в системном анализе от задач, решаемых в рамках других наук.

Понятие системы. Система, как совокупность организационно связанных элементов. Система, как объект, выделяемый из среды. Взаимодействие системы и среды. Ресурсы и продукты деятельности системы, их виды. Цели и функции систем. Основные свойства систем. Эмерджентность и адаптивность. Функционирование и развитие систем. Управление системами. Классификация систем.

Понятие модели. Виды моделей. Прагматические и исследовательские модели. Математические модели. Модели систем. Модель черного ящика. Модель состава. Их варианты и примеры. Модель структуры системы. Понятие структуры. Виды связей в модели структуры. Обратные связи в системах. Модели, применяемые для проектирования и анализа систем: дерево решений, сетевая модель и сетевой график, потоковые модели систем, когнитивные карты.

Разработка путей решения проблемы (генерирование альтернатив). Лица, принимающие участие в процессе проектирования (в процессе решения проблемы). Методы генерирования альтернатив. Разработка сценариев. Деловые игры. Морфологический анализ, мозговой штурм, синектика и др. Критерии сравнения альтернатив.

Классификация задач выбора решений. Выбор решения в условиях определенности. Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации. Роль оптимизации в процессе проектирования. Решение задачи оптимизации в случае области со сложными границами. Задачи динамического планирования. Выбор решения при наличии разнородных количественных критериев. Введение универсального критерия. Введение главного критерия при ограничении остальных. Метод уступок. Метод введения функции близости и результату. Матрица предпочтений.

Классификация неопределенностей: стохастическая неопределенность, расплывчатость, неизвестность. Выбор решения в условиях статистической неопределенности. Выбор решения в условиях расплывчатости. Множество Парето. Выбор решения при наличии качественных критериев. Измерительные шкалы. Шкала Черчмена-Аккофа. Выбор решения в

условиях неизвестности. Подходы и математические методы, применяемые для решения задач в условиях неизвестности.

Краткая методология решения проблем. Выделение проблемы. Проблемосодержащая и проблеморазрешающая система. Определение их границ и построение их моделей. Построение дерева целей (задач, решений, вариантов). Выработка критериев. Эвристическая методология решения проблем. Практические примеры применения методов системного анализа для решения проблем в задачах проектирования теплоэнергетических систем и задачах повышения энергетической эффективности предприятий.

2.1 Аннотация дисциплины «Иностранный язык (технический перевод)» Английский язык (Б1.Б.2)

1. Цель дисциплины: 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.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: базовая дисциплина подготовки по направлению: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Магистерская программа: Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика. Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ. Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки. Энергетика теплотехнологии. Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки. Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике. Количество зачетных единиц - 2.

3. Краткое содержание разделов: The Infinitive. The Elliptic Sentences. The Infinitive Constructions. The Passive Voice. The Present Perfect Tense. The Present Progressive Tense. The Participle. The ing- and ed- forms as Parts of Speech. The Attribute. The Infinitive, the Gerund, the Participle. Non-finite Forms of the Verb. The Infinitive Constructions. The Passive Voice. Non-finite Forms of the Verb. Устные тема: My speciality (моя специальность).

2.2 Аннотация дисциплины «Иностранный язык (технический перевод)» Французский язык (Б1.Б.2)

1. Цель дисциплины: 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.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: базовая дисциплина блока 1 «Гуманитарный, социальный и экономический цикл» по направлению подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (магистерские программы: «Автономные энергетические системы». «Водородная и электрохимическая энергетика». «Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ». «Энергообеспечение предприятий. «Тепломассообменные процессы и установки». «Энергетика теплотехнологии». «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки». «Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике»). Количество зачетных единиц – 2.

3. Краткое содержание разделов: Pronoms indéfinis. Pronoms démonstratifs. Pronoms relatifs. «У» – pronom et adverbe. «En» – pronom et adverbe. Устная тема: Ma spécialité. Глагол. Indicatif. Пассивный залог. Conditionnel présent. Conditionnel passé. Subjonctif présent. Subjonctif passé. Неличные формы глагола. Proposition participe.

2.3 Аннотация дисциплины «Иностранный язык (технический перевод)» Немецкий язык (Б1.Б.2)

1. Цель дисциплины: 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.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: базовая дисциплина блока 1 «Гуманитарный, социальный и экономический цикл» по направлению подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (магистерские программы: «Автономные энергетические системы». «Водородная и электрохимическая энергетика». «Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ». «Энергообеспечение предприятий». «Тепломассообменные процессы и установки». «Энергетика теплотехнологии». «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки». «Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике»). Количество зачетных единиц – 2.

3. Краткое содержание разделов: Pronoms indéfinis. Pronoms démonstratifs. Pronoms relatifs. «У» – pronom et adverbe. «En» – pronom et adverbe. Устная тема: Ma spécialité. Глагол. Indicatif. Пассивный залог. Conditionnel présent. Conditionnel passé. Subjonctif présent. Subjonctif passé. Неличные формы глагола. Proposition participe.

3) Аннотация дисциплины «Основы системного анализа» (Б1.Б.3)

1. Цель дисциплины: ознакомление студентов с путями решения проблем, возникающими при проектировании, создании и функционировании технических, социально-технических и экономических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к базовой части блока дисциплин Б.1 основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программам «Энергетика теплотехнологии», «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 3.

3. Краткое содержание разделов:

Усложнение проблем в современном мире. Системный анализ, как методология изучения и решения проблем Развитие системных представлений (теория, практика, образование). Появление системного анализа как дисциплины. Вклад зарубежных и отечественных ученых в становление и развитие системного анализа. Понятие проблемы. Отличие задач, решаемых в системном анализе от задач, решаемых в рамках других наук. Основные трудности при использовании методов системного анализа на практике.

Понятие системы. Система, как совокупность организационно связанных элементов. Система, как объект выделяемый из среды. Взаимодействие системы и среды. Ресурсы и продукты деятельности системы, их виды. Система, как целенаправленно функционирующая структура. Цели и системы, функции систем. Отличие целей искусственных и естественных систем. Основные свойства систем. Эмерджентность и адаптивность. Функционирование и развитие систем. Управление системами. Основные принципы успешного управления. Классификация систем. Искусственные и естественные, большие и малые, простые и сложные системы. Классификация систем по уровню внутренней организации.

Понятие модели. Виды моделей. Прагматические и исследовательские модели. Математические модели. Модели систем. Модель черного ящика. Модель состава. Их варианты и примеры. Модель структуры системы. Понятие структуры. Виды связей в модели структуры. Обратные связи в системах. Примеры действия положительной и отрицательной обратной связи. Запаздывания и задержки. Модели, применяемые для проектирования и анализа систем: дерево решений, сетевая модель и сетевой график, потоковые модели систем, когнитивные карты.

Разработка путей решения проблемы (генерирование альтернатив). Лица, принимающие участие в процессе проектирования (в процессе решения проблемы). Генерирование альтернатив, как творческий процесс. Методы генерирования альтернатив. Разработка сценариев. Деловые игры. Морфологический анализ, мозговой шторм, синектика и др. Критерии сравнения альтернатив.

Классификация задач выбора решений. Выбор решения в условиях определенности. Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации. Роль оптимизации в процессе проектирования. Задачи линейного программирования и целочисленного линейно программирования. Формулировка. Методы решения. Геометрическое программирование. Постановка задачи. Принцип решения. Численные методы оптимизации. Пассивный поиск, покоординатный поиск, градиентный спуск. Решение задачи оптимизации в случае области со сложными границами. Задачи динамического планирования. Выбор решения при наличии

разнородных количественных критериев. Введение универсального критерия. Введение главного критерия при ограничении остальных. Метод уступок. Метод введения функции близости и результату Матрица предпочтений.

Отличие от задач выбора в условиях определенности. Классификация неопределенностей: стохастическая неопределенность, расплывчатость, неизвестность. Выбор решения в условиях статистической неопределенности. Способы определения вероятности событий. Геометрическая вероятность. Выбор решения в условиях расплывчатости. Основные положения теории расплывчатых множеств. Множество Парето. Выбор решения при наличии качественных критериев. Измерительные шкалы. Шкала Черчмена-Аккофа. Выбор решения в условиях неизвестности. Подходы и математические методы, применяемые для решения задач в условиях неизвестности.

Краткая методология решения проблем. Выделение проблемы. Проблемосодержащая и проблеморазрешающая система. Определение их границ и построение их моделей. Понятие проблематики. Понятие конфигуратора. Выделение заинтересованных сторон. Определение интересов. Нахождение противоречий. Построение дерева целей (задач, решений, вариантов). Выработка критериев. Генерирование альтернатив и выбор решений, как этапы решения проблемы. Эвристическая методология решения проблем. Практические примеры применения методов системного анализа для решения проблем в задачах проектирования теплоэнергетических систем и задачах повышения энергетической эффективности предприятий.

4) Аннотация дисциплины «Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии» (Б1.Б.4)

1. Цель дисциплины: ознакомление студентов с проблемами энерго- и ресурсосбережения, возникающими при проектировании, создании и функционировании теплоэнергетических и теплотехнологических систем и путями их решения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к базовой части блока дисциплин Б.1 основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программам «Энергетика теплотехнологии», «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки». Количество зачетных единиц – 3.

3. Краткое содержание разделов:

Понятия, термины, определения, эволюция понятий. Показатели энергетической и ресурсной эффективности.

Динамика энерго- и ресурсной эффективности промышленных предприятий в отраслевом разрезе. Ключевые факторы снижения энергоемкости промышленности в 50-60-ые годы XX века и в начале 2000-ых годов.

Оценки эффективности отраслей промышленного производства Российской Федерации: энергетические паспорта, рейтинги предприятий, отраслей и подотраслей, опросы предприятий.

Тенденции повышения энергоемкости (снижения ресурсоотдачи EROEI) добычи большинства органических топлив: мировые и отечественные особенности. Последствия энергетических кризисов.

Трансформация режимов и структуры систем теплоэнергоснабжения промышленных узлов и городских агломераций как фактор резкого падения расчетной эффективности.

Резервы повышения энергетической эффективности разных видов, методики их выявления и реализации в разных секторах экономики.

Основы государственной политики: указы Президента РФ, Федеральные законы № 28 «Об энергосбережении» 1996 г. и № 261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», проблемы их реализации.

Новая «Энергетическая стратегия – 2035», ее ключевые стратегические инициативы, механизмы их реализации.

Государственная программа энергосбережения и повышения энергоэффективности 2010 г. и новая программа «Энергоэффективность и развитие ТЭК» 2014 г.

Роль и функции проводимых энергетических обследований предприятий, объектов бюджетной сферы, установки приборов учета.

Энергетические обследования (энергоаудит), системы учета и автоматизированного мониторинга энерго- и ресурсопотребления в разных сферах.

Общее состояние разработки региональных программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности, состав показателей, требования. Алгоритм разработки программ.

Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности мегаполисов, макрорегионов (Москва и Московская область, Уральский регион, Крым и Краснодарский край).

Механизмы и направления снижения энергоемкости ВРП регионов, их различия для разных регионов. Примеры.

Энергосервисные механизмы и револьверное финансирование проектов по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в разных отраслях.

Формирование энергетической политики в промышленно развитых странах как ответ на энергетические кризисы 70-ых годов и угрозы энергетической безопасности. Увязка экологических и климатических требований с энергосбережением.

Развитие и эволюция понятий «наилучших доступных технологий», справочные пособия по НДТ, законодательные меры их внедрения в российской промышленности.

Социальные и психологические аспекты энерго- и ресурсосбережения и безотходного образа жизни. Роль пропаганды в энергосбережении, примеры.

5) Аннотация дисциплины «Экологическая безопасность» (Б1.Б.5)

1. Цель дисциплины: изучение способов оценки экологической безопасности энерготехнологических и теплоэнергетических систем промышленных предприятий, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи расчета и оценки воздействия вредных выбросов энерготехнологических агрегатов на экологию на основе применения методологии последовательности воздействия на окружающую среду.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к базовой части блока дисциплин Б.1 основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программам «Энергетика теплотехнологии», «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 2.

3. Краткое содержание разделов:

Экологическая безопасность в промышленной теплоэнергетике.

Примеры совместного решения энергетических и экологических задач:

- а) Оптимизация энергоснабжения региона по экологическому критерию.
- б) Перспективы производства хладагентов 4-го поколения и их применения в тепловых насосах.
- в) Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения города, жилого здания и на промышленном предприятии.
- г) Энергоэффективный дом с нулевым энергопотреблением и минимальным воздействием на окружающую среду.
- д) Сравнение энергетической и экологической эффективности различных видов автомобильного топлива.

Современное состояние энергетики в мире. Альтернативные способы производства электрической и тепловой энергии. Сжигание ископаемых топлив: угля, мазута, природного газа. Возобновляемые источники энергии: атомная, гидроэнергия, энергия ветра, геотермальная и солнечная энергия, биомасса. Современные нормативы вредных выбросов для различных технологий.

Основные этапы методологии последовательности воздействия на окружающую среду:

- а) технология выработки энергии
- б) рассеивание вредных выбросов и изменение приземной концентрации
- в) физическое воздействие на природу и здоровье людей
- г) экономическая оценка.

Проблемы экологии. Основные вредные вещества. Глобальное потепление. Моделирование процессов рассеивания на короткие расстояния (до 50 - 100 км). Программная реализация:

- а) программа ISC (Industrial Source Complex)
- б) программа рассеивания от линейных источников ROADPOL.
- в) сравнение с отечественными программами расчета рассеивания на основе методики ОНД-86.

Моделирование процессов рассеивания на большие расстояния (до 3000 км). Преобразование первичных выбросов во вторичные вредные вещества: озон, аэрозоли.

Программная реализация:

а) программа ECOSENSE

б) программа EMER.

Физическое воздействие на природу, на здоровье людей вредных примесей в окружающей среде (атмосфере). Функции дозы-отклика (воздействия). Внезапная и хроническая смертность от частиц пыли до 10 мкм, окислов NOX, SO2 и других вредных веществ. Заболевания органов верхних дыхательных путей: астма, бронхит и т.д. Воздействие на урожайность сельскохозяйственных культур. Воздействие на продуктивность животноводства, рыбного хозяйства и т.д. Программная реализация: программа PATHWAYS, EXMOD. Экономическая оценка воздействия на окружающую среду. Стоимость среднестатистической жизни. Стоимость лечения различных заболеваний. Оценка ущерба от снижения урожая с/х культур и животноводства. Сравнение с расчетом платы за вредные выбросы по отечественной методике.

Применение геоинформационных систем (ГИС) для решения проблем экологической безопасности. ГИС «Панорама» Карта 2008. Основные методы работы с программой. Ввод исходных данных численности населения регионов России. Ввод исходных данных об источниках вредных выбросов. Подготовка исходных данных о розе ветров. Проведение расчетов рассеивания вредных выбросов в атмосфере на локальном уровне. Оценка воздействия изменившейся приземной концентрации на окружающую среду. Экономическая оценка ущерба окружающей среде. Ввод исходных данных об источниках вредных выбросов.

Проведение расчетов рассеивания вредных выбросов в атмосфере на региональном уровне с учетом процессов образования вторичных вредных веществ в виде аэрозолей на основе сульфатов и нитратов. Оценка воздействия изменившейся приземной концентрации на окружающую среду. Экономическая оценка ущерба окружающей среде на региональном уровне. Анализ энергетических и экологических характеристик автомобильного транспорта при работе на различных видах моторного топлива. Методы расчета рассеивания вредных выбросов от линейных источников. Программа расчета рассеивания вредных выбросов CALINE Manager.

Оценка воздействия вредных выбросов автомобильного транспорта на окружающую среду. Экономическая оценка ущерба окружающей среде от автотранспорта. Ввод исходных данных об автомобильном транспорте на различных видах топлива и автотрассы в пределах заданного района. Проведение расчетов рассеивания вредных выбросов в атмосфере вредных веществ от автомобильного транспорта на заданной автотрассе. Оценка воздействия изменившейся приземной концентрации на окружающую среду. Экономическая оценка ущерба окружающей среде. Глобальное потепление. Суть проблемы. Изменение концентрации парниковых газов CO2 и CH4 в атмосфере. Прогнозы развития отраслей мировой экономики и их влияние на парниковый эффект. Экономическая оценка глобального потепления. Неравномерность воздействия глобального потепления на различные страны и континенты мира.

История развития производства и применения хладагентов в тепловых насосах, кондиционерах и холодильных машинах. Сравнение свойств хладагентов 3-го и 4-го поколений при их использовании в тепловых насосах. Экологический и экономический эффект от производства хладагентов 4-го поколения из отечественного углеводородного сырья.

6) Аннотация дисциплины «Экономика и управление производством» (Б1.В.ОД.1)

1. Цель освоения дисциплины во всестороннем освоении процесса формирования себестоимости товаров, работ, услуг и расчёта экономической эффективности деятельности организации для принятия обоснованных управленческих решений с учетом отраслевой специфики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1 программы «Энергетика теплотехнологии» подготовки магистров по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 3.

3. Краткое содержание разделов:

Основные характеристики энергетического хозяйства национальной экономики. Топливо-энергетические ресурсы и экономика их использования. Прогнозирование спроса на электро- и теплоэнергию.

Экономическая сущность, состав и структура основных средств. Виды стоимостных оценок. Износ основных средств. Методы начисления амортизации. Показатели эффективности использования основных средств. Показатели использования энергетического оборудования. Производственные мощности промышленной энергетики.

Методы и принципы планирования. Виды планов. Балансовый метод планирования в теплоэнергетике. Оптимизация режимов работы электростанций. Характеристики оборудования, применяемые для оптимизации. Принципы оптимального распределения нагрузки между котлами в котельной. Принципы распределения нагрузки между турбоагрегатами электростанций. Оптимальное распределение нагрузки между турбоагрегатами ГЭС. Оптимальное распределение нагрузки на АЭС. Оптимизация использования производственных мощностей электростанции в энергетической системе.

Подрядная и хозяйственная формы ремонтного обслуживания энергопредприятий, преимущества и недостатки. Основные принципы организации планово-предупредительного ремонта. Техничко-экономические показатели ремонта энергооборудования. Планирование ремонтов. Применение сетевых моделей для решения задач оперативного управления ремонтной деятельностью.

Экономическая сущность, состав и структура оборотных средств. Показатели эффективности использования оборотных средств. Нормирование оборотных средств.

Классификация и структура кадров энергопредприятий. Определение численности персонала и производительности труда. Заработная плата, доходы. Системы оплаты труда. Планирование фонда заработной платы.

Себестоимость энергетической продукции, методы расчета, группировка затрат. Классификация текущих затрат. Методы разделения затрат по видам продукции. Затраты на производство энергетической продукции. Особенности расчета себестоимости электроэнергии и тепла на ТЭЦ. Себестоимость транспорта пара и горячей воды. Затраты на производство теплоэнергетического оборудования. Пути снижения себестоимости энергетической продукции.

Рыночный и затратный методы ценообразования. Тарифы Тарифная политика. Законодательство в области тарифного регулирования. Тарифный процесс.

Система рынков в электроэнергетики. Структура оптового рынка. Механизмы ценообразования в разных секторах.

Основы ценообразования в энергетической отрасли. Объемные показатели промышленного производства. Прибыль и рентабельность в промышленности и энергетике.

Проектирование объектов энергохозяйства. Сметная стоимость строительства. Методы определения капитальных затрат в энергетические объекты.

Понятие инвестиций. Основные этапы инвестиционного проекта. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени. Методы оценки финансово-экономической эффективности с учетом фактора времени. Оценка экономической эффективности инвестиций в реконструкцию и техническое перевооружение энергетических объектов. Особенности сравнения вариантов инвестиционных проектов в области промышленной теплоэнергетики. Бизнес-план инвестиционного проекта.

Основные финансовые документы предприятия. Критерии финансового состояния энергопредприятия.

Понятие о техническом уровне энергетики. Экономичность электростанций. Электроэнергетика в энергетической стратегии России. Перспективный рост и эволюция рынков энергетических ресурсов. Обобщающая характеристика внешних условий для развития топливно-энергетического комплекса. Системно-технологическая основа энергетики будущего.

7) Аннотация дисциплины «Автоматизированные системы управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии» (Б1.В.ОД.2)

1. Цель дисциплины: изучение общих принципов анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях, методов математического описания систем автоматического регулирования и управления, изучение автоматизированных систем управления различными промышленными объектами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилям «Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика»; «Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ»; «Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки»; «Энергетика теплотехнологии»; «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки»; «Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 4.

3. Краткое содержание разделов:

Теплотехнические объекты управления, их основные особенности: инерционность, нестационарность, многосвязность, наличие запаздывания по каналам регулирования и управления. Управление различных режимах. Принципы принятия и реализации решений в системах управления.

Иерархический принцип построения систем управления, целевые функции и критерии в задачах оптимального управления, автоматизированное управление с использованием современных программно-технических комплексов (ПТК).

Понятие динамической системы, виды динамических систем, линейные и нелинейные динамические системы, дифференциальные уравнения динамических систем. Линейные динамические системы, их временные динамические характеристики, передаточные функции и частотные характеристики, устойчивость линейных динамических систем. Математические модели технологических объектов управления как физических систем.

Назначение и структура одноконтурной АСР; типовые линейные алгоритмы регулирования; понятие устойчивости и запаса устойчивости АСР; определение оптимальных настроек регуляторов; нелинейные позиционные алгоритмы регулирования. Структурные схемы АСР с дополнительными сигналами, их параметрическая оптимизация (каскадные, с сигналом по производной, с компенсацией возмущения); анализ переходных процессов с целью оценки качественных показателей АСР.

Автоматическое регулирования расхода, соотношения расходов; регулирование уровня, давления, температуры и параметров, характеризующих состав и качество сред. Изменение с помощью регулирующих органов расходов различных сред; регулирующие органы.

Особенности построения АСУТП сложными теплотехническими объектами управления; функции АСУТП; состав информационных и управляющих функций; виды обеспечений АСУТП; содержание и назначение технического, математического, программного, метрологического, информационного, организационного, лингвистического, эргономического и правового обеспечений АСУТП. Понятие автоматизированного технологического комплекса (АТК) как совокупности ТОУ и АСУТП. Применение

программно-технических комплексов (ПТК) и микропроцессорных контроллеров для реализации функциональных задач АСУТП.

Общие сведения об инноватике; процесс проектирования систем автоматизации, стадии проектирования и состав проектной документации; условные обозначения для выполнения функциональных схем автоматизации; упрощенные и развернутые схемы; примеры функциональных схем автоматизации.

Автоматизированные системы управления котельными агрегатами, теплофикационными установками, различными промышленными объектами. Выбор и обоснование основных регулируемых параметров и регулирующих воздействий. Вопросы надежности и технико-экономической эффективности автоматических систем регулирования и автоматизированных систем управления.

8) Аннотация дисциплины «Математическое моделирование» (Б1.В.ОД.3)

1. Цель дисциплины: освоение методов исследования высокотемпературных процессов с помощью математического моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1.В программ «Энергетика теплотехнологии» и «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки» подготовки магистров по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 4.

3. Краткое содержание разделов:

Задачи моделирования. Физические и математические модели. Классификация задач. Адекватность моделей. Высокотемпературная установка как объект математического моделирования. Задачи внутреннего, внешнего и сопряженного теплообмена.

Построение экспериментальных математических моделей. Примеры. Построение аналитических математических моделей с использованием физических законов. Математическое описание термодинамических закономерностей. Примеры.

Постановка задачи. Применение метода элементарных балансов для численного решения задач тепло - и массопереноса. Особенности решения нелинейных задач. Учет температурной зависимости теплофизических характеристик. Явная и неявная расчетная схема. Устойчивость расчетной схемы. Построение модели для изучения нагрева тел произвольной формы. Примеры.

Математическая модель с учетом движения межфазной границы при плавлении тела. Необходимость использования неявной расчетной схемы. Математическая модель образования и плавления гарниссажа в плавильной печи. Учет движения межфазной границы. Необходимость использования итераций в процессе счета. Критерий окончания счета и выход из программы

Зональный метод расчета радиационного теплообмена. Учет селективности излучения. Геометрический, обобщенный и результирующий угловые коэффициенты. Методы расчета угловых коэффициентов излучения. Математическая модель расчета лучистого теплообмена в высокотемпературных нагревательных установках. Математическая модель методической нагревательной печи.

Построение математической модели для исследования задач сопряженного теплообмена. Постановка и алгоритмы решения задач сопряженного теплообмена. Нагрев и обработка сыпучего материала во вращающейся печи. Нагрев металла в методической печи.

Постановка задачи подготовки влажной шихты к плавке в высокотемпературной установке. Уравнения для определения влажности нагреваемого материала по длине трубы-сушилки, изменения температур обрабатываемого материала и греющей среды. Методы решения системы дифференциальных уравнений. Анализ получаемых результатов и экспериментальные исследования.

9) Аннотация дисциплины «Технология и техника генерации теплоты в ВТУ» (Б1.В.ОД.4)

1. Цель дисциплины: изучение рациональных технологий сжигания топлив разных фазовых состояний в теплотехнологических реакторах с различными теплотехническими принципами, методов выбора и расчета технических средств для сжигания этих топлив, в том числе и горючих отходов, а также ознакомление со способами подавления вредных выбросов при сжигании топлив.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по магистерской программе "Энергетика теплотехнологии" направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Количество зачетных единиц – 7.

3. Краткое содержание разделов:

Влияние процесса генерации теплоты на эффективность работы ВТУ. Общие технические требования, предъявляемые к топочным горелочным устройствам. Некоторые технические характеристики газогорелочных устройств.

Классификация газогорелочных устройств. Маркировка горелок. Принципы испытания горелок. Технические и технико-экономические требования, предъявляемые к топочно-горелочным устройствам. Преимущества, недостатки и области применения отдельных классов горелок.

Основы расчета прямоточных дутьевых горелок. Основные типы закручивающих устройств и особенности расчета дутьевых, вихревых горелок. Методика расчета инжекционных горелок. Основное уравнение инжекции и инжекционного смесителя.

Классификация форсунок для распыливания жидкостей. Преимущества, недостатки и область применения отдельных классов форсунок. Порядок расчета центробежной механической форсунки. Показатели тонины распыливания. Механизм распыливания жидкостей форсунками. Особенности распыливания жидкостей газами. Особенности расчета пневматических форсунок высокого и низкого давления.

Определение габаритов камер сгорания при сжигании газового и жидкого топлива.

Классификация промышленных газовых выбросов. Показатели горючести ПГВ. Горелки и топочные устройства для сжигания низкокалорийных газов. Каталитическое окисление невоспламеняющихся газовых выбросов. Огневое обезвреживание невоспламеняющихся газовых выбросов.

Режим радиационного направленного прямого внешнего теплообмена. Режим радиационного направленного косвенного внешнего теплообмена. Режим радиационного равномерно-распределенного теплообмена. Выбор топлива и методы его сжигания в печах с конвективным режимом теплообмена. Методы сжигания газов в печах с плотным фильтруемым слоем. Особенности горения твердого топлива в пересыпных шахтных печах. Выбор топлива и методы его сжигания в печах с кипящим слоем. Выбор топлива и методы его сжигания в печах со взвешенным слоем.

Цели применения защитных атмосфер и основные требования, предъявляемые к ним. Получение экзотермических и эндотермических атмосфер. Получение бедной азото-водородной смеси. Камеры сгорания для получения экзогаза.

10) Аннотация дисциплины «Методы и средства теплотехнических исследований» (Б1.В.ОД.5)

1. Цель дисциплины: изучение методов проведения экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний высокотемпературных теплотехнологических установок, а также методов измерения температуры высокотемпературных газов, плотности падающего теплового потока и теплового потока через ограждения ВТУ, запыленности отходящих продуктов сгорания из рабочих технологических камер и т.д.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к вариативной части общенаучного цикла М.2. Основной образовательной программы подготовки магистров по программам «Энергетика теплотехнологии», «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 5.

3. Краткое содержание разделов:

Предмет курса и его задачи. Значение экспериментальных исследований. Классификация экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний. Особенности научного лабораторного эксперимента и промышленных испытаний ВТУ. Основные этапы проведения экспериментальных исследований и теплотехнических испытаний. Подготовка к экспериментальным исследованиям и теплотехническим испытаниям ВТУ и их методическое обеспечение. Промышленные теплотехнические испытания и их основные отличия от лабораторных экспериментальных исследований.

Планирование эксперимента и его задачи. Объект исследования. Факторы. Функция отклика. Поверхность отклика. Параметры оптимизации и их классификация. Требования к параметру оптимизации. Сокращение числа выходных параметров. Обобщенные параметры оптимизации. Факторы и требования к ним.

Выбор математической модели исследования и требования к ней. Полный факторный эксперимент. Выбор основного уровня и интервалов варьирования. Полный факторный эксперимент типа 2^k . Свойства матрицы полного факторного эксперимента. Взаимодействие факторов.

Методы сокращения числа опытов. Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты.

Классификация методов планирования эксперимента. Планы регрессивного анализа. Планы эксперсионного анализа. Экстремальные планы. Планы эксперимента для получения динамических моделей. Планирование промышленного эксперимента. Планы отсеивающих экспериментов. Экстраполяционные планы.

Планы регрессивного анализа. Понятие дисперсии. Оценка дисперсии «шума». Нахождение «грубых» наблюдений. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Проверка однородности дисперсий. Проверка адекватности математической модели.

Ортогональное центральное композиционное планирование. Построение матрицы ОЦКП. Ортогонализация столбцов матрицы ОЦКП. Построение математической модели второго порядка.

Классификация методов оптимизации. Градиентные и неградиентные методы оптимизации. Методы градиента и крутого восхождения». Метод Гаусса-Зайделя. Последовательный симплексный метод и особенности его использования.

Основные правила измерения температуры твердых тел при помощи термопар. Погрешности измерения газового потока при помощи термопар и способы их снижения. Измерение температуры газов с помощью аспирационных пирометров. Термопары с обогреваемым рабочим концом. Двухспайные термопары. Термодинамические пирометры.

Энтальпийный метод и метод теплового сопротивления для измерения тепловых потоков. Переносные калориметры. Термозонд ВНИИМТ. Термозонды с диаметрической завесой.

Измерение составов газов, методы отбора проб газов, газозаборные трубки, аспираторы. Измерение запыленности газовых потоков. Пылезаборная аппаратура. Методы внешней и внутренней фильтрации газов. Исследование гранулометрического состава уносов из рабочих камер ВТУ.

11) Аннотация дисциплины «Физическое моделирование процессов в ВТУ» (Б1.В.ОД.6)

1. Цель дисциплины: состоит в изучении и анализе процессов, реализуемые в действующих высокотемпературных теплотехнологических установках (ВТУ) с использованием физических моделей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин основной образовательной программы подготовки магистров по программам «Энергетика теплотехнологии» и «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 5.

3. Краткое содержание разделов:

Моделирование как способ изучения процессов и объектов. Виды моделирования. История моделирования. Особенности физического моделирования, его преимущества и недостатки. Высокотемпературная установка как объект физического моделирования. Последовательность методических операций при использовании подобных и аффинных физических моделей. Теория подобия, основные теоремы теории подобия и использование их при физическом моделировании.

Цели изучения движения газов в реакторах ВТУ. Основные уравнения, описывающие процесс и безразмерные параметры моделирования, получаемые из этих уравнений. Реализация условий моделирования применительно к высокотемпературным реакторам. Использование областей автомодельности при исследованиях движения газов на моделях. Моделирование изотермических и неизотермических потоков на физических моделях. Методы исследования движения газов на моделях. Практика моделирования. Методы исследования и приборы, используемые при физическом моделировании движения газов.

Задачи, решаемые при моделировании внешнего радиационного теплообмена в реакторах ВТУ. Возможные теоретические модели внешнего радиационного теплообмена. Система уравнений, описывающих процесс высокотемпературного теплообмена в реакторах ВТУ и безразмерные параметры, получаемые из этих уравнений. Реализация условий моделирования внешнего радиационного теплообмена. Особенности аффинного моделирования радиационного теплообмена. Методика проведения исследований и приборы, используемые при исследованиях.

Роль внешнего конвективного теплообмена в высокотемпературных реакторах ВТУ. Основные уравнения, описывающие процесс конвективного переноса и система безразмерных параметров, используемых при моделировании данного процесса. Реализация условий моделирования.

Теоретические модели процессов нагрева в реакторах ВТУ применительно к термически тонким и термически массивным телам. Система уравнений и безразмерные параметры при моделировании нагрева тонких тел. Реализация условий моделирования. Особенности моделирования нагрева массивных тел. Моделирования скоростного нагрева.

Области использования высокотемпературных реакторов, использующих теплотехнические принципы плотного, кипящего и взвешенного слоя. Особенности перехода от одного принципа к другому. Сопротивление слоя и время пребывания отдельных частиц в слое. Методы физического моделирования.

Значимость задачи. Методологические подходы при получении системы безразмерных параметров моделирования. Моделирование процесса внедрения струи в расплав. Система параметров при моделировании процесса образования брызг и уноса. Реализация условий моделирования.

Необходимость изучения процесса грануляции расплавов при создании энергосберегающих ВТУ. Грануляция расплавов в воде и других жидких средах. Математическая модель грануляции в газовом потоке. Конвейерная грануляция с сохранением высокого теплосодержания гранул. Уравнения, описывающие процесс грануляции, и безразмерные параметры моделирования его. Возможные методы проведения эксперимента.

Системы уравнений, используемых при описании процессов, происходящих в промышленных реакторах. Получение безразмерных параметров моделирования. Анализ возможности реализации условий моделирования. Приближенное и аффинное моделирование. Методологические подходы к решению задачи.

12) Аннотация дисциплины «Теплотехнологические комплексы и безотходные системы» (Б1.В.ДВ.1.1)

1. Цель дисциплины: освоение методов анализа эффективности энерго-и ресурсосбережения в теплотехнологических комплексах и системах, а также ознакомление с подходами к созданию их перспективных моделей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части цикла Б1 магистерских программ «Энергетика теплотехнологии» и «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки» подготовки магистров по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 4.

3. Краткое содержание разделов:

Этапы промышленного развития. Структура, масштабы и эффективность использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в экономике России и зарубежных стран, в энергетике и перерабатывающих отраслях промышленности.

Удельные расходы топлива и их минимальные значения. Энергетическая стратегия России: основные принципы, направления и перспективы ее развития.

Источники образования отходов. Примеры. Экологические аспекты теплоэнергетики и теплотехнологии. Масштабы загрязнения ОС от производственной деятельности. Межотраслевой характер влияния отходов.

Основные определения: теплотехнологическая система (ТС), теплотехнологический комплекс (ТТК), безотходная и малоотходная системы (БС и МС). Основные принципы безотходной технологии.

Количественные критерии безотходности: отраслевые критерии, технико-экономические, экологические.

Графоаналитические модели ТТК и БС. Построение материальных и тепловых потоковых графов отдельных производств. Математические модели. Энергоемкость продуктов и полупродуктов в системе и суммарные энергетические затраты. Методика определения суммарных энергетических затрат.

Энергетические и эксергетические балансы в ТТК и БС: расчеты отдельных составляющих. Технологическое топливное число (ТТЧ). Анализ энергоемкости отдельных производств с помощью ТТЧ. Примеры.

Основные принципы разработки безотходных теплотехнологических систем с максимальным энергосберегающим эффектом. Исключение энергоемких стадий, многоводных технологий. Метод предельного энергосбережения. Алгоритм разработки энергосберегающей системы.

Основные технологические стадии и источники образования отходов. Особенности ТТК. Эффективность энергоиспользования в действующем ТТК и определение резерва энергосбережения. Алгоритм разработки энергосберегающей системы. Карта энергоматериалопотребления.

Безотходная технология переработки концентрата. Предварительная восстановительная обработка шлаковых отходов медного производства. Общая схема обеднения с нарушением химического и механического равновесия. Фьюмингование, вельцевание, электротермическая обработка шлаков.

Условия осуществления автогенного процесса плавки. Примеры устройств с автогенными процессами: КФП и ПЖВ.

Энергосберегающая технологическая и тепловая схема процесса получения черновой меди. Практические модели системы переработки медного концентрата. Показатели эффективности энергоиспользования в рассматриваемых системах.

Состав сырья и основные химические реакции. Технологическая схема и особенности основного оборудования. Энергоемкость действующего комплекса.

Разработка идеальной системы переработки шлаков и эффективность использования энергии. Практическая модель системы фьюмингования. Конструктивная схема энергосберегающего реактора. Показатели эффективности энергоиспользования в рассматриваемых системах.

Технологические схемы производства. Классификация процессов в ТТК. Доменные и внедоменные способы переработки руд. Классификация процессов бескоксовой металлургии. Основное оборудование, тепловые и материальные отходы.

Технологические и энергетические направления повышения эффективности энергоиспользования в ТТК. Производство металлизированных окатышей, использование теплоты конверторных газов и шлаковых отходов.

Принципы построения энергосберегающих подсистем переработки железных руд.

Энергосберегающая подсистема получения чугуна. Энергосберегающая подсистема «сталь-прокат».

Энергосберегающая подсистема переработки шлаков.

Использование шлаковых расплавов в производственных системах получения цемента. Производство портландцемента и чугуна. Сравнительные характеристики отдельных вариантов схем.

Другие направления использования шлаков в строительной промышленности: получение шлаковаты, шлакопемзы, шлакоситаллов и др.

Состав сырья и основные способы его переработки. Прямое получение фосфора. Особенности технологии, источники образования отходов. Повышение энергетической эффективности.

Кислотные способы переработки фосфорного сырья. Химические реакции. Особенности технологических схем, источники образования отходов.

Термические способы переработки фосфоритов, особенности основного теплотехнологического оборудования и их сравнительные характеристики.

Направления переработки фосфогипса: получение цемента и серной кислоты, получение извести.

Разработка безотходной системы переработки фосфоритов.

13) Аннотация дисциплины «Специальные вопросы тепломассообмена в реакторах ВТУ» (Б1.В.ДВ.1.2)

1. Цель дисциплины: состоит в изучении теплотехнологических реакторов высокотемпературных теплотехнологических установок (ВТУ) и совершенствовании их работы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части цикла Б1 магистерских программ «Энергетика теплотехнологии» и «Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки» подготовки магистров по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 4.

3. Краткое содержание разделов:

Методы решения задач лучистого теплообмена и их анализ применительно к высокотемпературным реакторам: методы многократного поглощения и отражения, эффективных тепловых потоков, сальдо-потоков, одноступенчатых поглощения и отражения. Особенности использования наиболее распространенной методики расчета системы «газ-кладка-материал». Лучистый теплообмен в замкнутой системе из нескольких тел, произвольно расположенных в пространстве, в реакторах с поверхностным излучателем и с излучающим факелом. Особенности решения задач для серых и несерых тел, газовых объемов различной формы, запыленных и сажистых сред, с постоянным и переменным по спектру коэффициентами ослабления, селективным спектром излучения.

Уравнение баланса тепловой энергии элементарного объема излучающего газа и зональные методы расчета теплового излучения в реакторах ВТУ. Коэффициенты лучеиспускания реальных тел. Лучистый теплообмен в системе плоскопараллельных тел с учетом теплопроводности газовых прослоек и самих тел. Теплообмен излучением через отверстия, окна и щели в реакторах. Лучистый теплообмен между твердыми телами в реакторах с плотным, кипящим и взвешенным слоями материала.

Теплопередача в солевых расплавах. Относительная роль конвекции, радиации и теплопроводности в типичных случаях тепловой обработки в ваннах с расплавом. Оптические законы, относящиеся к жидким средам и спектральные характеристики сред. Инфракрасные спектры излучения расплавов, солей их смесей.

Система «газ – кладка – ванна – ограждение ванны». Ванные печи с погружными горелками и излучающими трубами.

Качественная картина движения газов в прямоточно-вихревых и циклонных камерах при различных вариантах подачи и вывода потоков газа. Аэродинамическое сопротивление камер. Движение частиц и теплообмен в реакторах с прямолинейным движением газов. Математическая модель обработки твердых частиц во встречных струях. Нагрев и испарение капель в реакторах со встречными струями. Расчет тепловой обработки полидисперсных материалов. Дробление капли в прямом канале высокотемпературного реактора. Грануляция капель расплава во взвешенном слое. Движение и передача теплоты к частицам в закрученном потоке газов. Система уравнений, ее решение и использование при расчете процесса нагрева, плавления и испарения материала. Вращение частиц в циклонной камере и влияние его на процесс тепловой обработки. Использование указанных систем уравнений для расчета сепарации частиц и отдельных стадий процессов сжигание жидкого и твердого топлив, обезвреживания жидких отходов. Физическая картина кипящего слоя расплава в

условиях разделяющихся фаз Расчет размеров жидких частиц в кипящем слое расплава. Теплообмен к твердым и жидким частицам в кипящем слое расплава. Плавление шара в продуваемом слое.

Стадии получения расплавов в скоростных реакторах (циклонные установки, прямоточно-вихревые плавильные камеры, кипящий слой расплава). Расчет тепло- и массообмена в расплаве. Математические модели. Перемешивание расплавов при барботировании горелочными устройствами, в кипящем слое расплава, в ваннах с закрученным потоком газов. Устойчивость ванн. Взаимодействие твердых частиц с расплавами (проникновение в пленку расплава, влияние на перемешивание и другие).

Теплообмен к стенкам ванны в скоростных реакторах. Эффективное комбинирование теплотехнических принципов тепловой обработки для достижения максимальной удельной производительности в скоростных реакторах указанного типа.

Грануляция расплавов в воде и других жидких средах. Математическая модель грануляции в газовом потоке. Конвейерная грануляция с сохранением высокого теплосодержания гранул. Валковые кристаллизаторы.

Обзор исследовательских работ кафедры ЭВТ по плавкам различных сырьевых материалов, сжиганию топлив и промышленных отходов, проведению восстановительных и окислительных процессов. Получению продуктов различного назначения.

Организация тепловой обработки материала во вращающихся печах. Физическая модель теплообмена. Определение габаритов вращающихся печей по приближенной и развернутой методиках.

14) Аннотация дисциплины «Основы теории интенсивного энергосбережения» (Б1.В.ДВ.2.1)

1. Цель дисциплины: внести определенный вклад в энергетическую подготовку студентов, необходимую для высококвалифицированной разработки как общей «стратегии», так и конкретных оперативных мероприятий интенсивного энергосбережения в высокотемпературных теплотехнических системах и комплексах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части общенаучного цикла Б1 программы «Энергетика теплотехнологии» подготовки магистров по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника». Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Проблемы энерго-и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии», «Технология и техника генерации теплоты в ВТУ», «Экономика». Количество зачетных единиц – 4.

3. Краткое содержание разделов.

1. Предпосылки становления концепции интенсивного энергосбережения.
2. Адрес главного резерва энергосбережения в стране и его «экстремального района».
3. Энергетический аспект теплотехнологии.
4. Методология решения перспективных задач энергетики теплотехнологии.
5. Мероприятия интенсивного энергосбережения.
6. Система показателей энергоиспользования и энергетического совершенства теплотехнологического объекта (критерии).
7. Тепловые схемы теплотехнологических объектов.
8. Структурная оптимизация тепловых схем термодинамически идеальных моделей (ТДИМ) теплотехнологических агрегатов.
9. Теоретический минимум удельного расхода топлива в ТТА с регенеративным теплоиспользованием при реализации теплотехнологических процессов (ТПП) группы А.
10. Теоретический минимум удельного расхода топлива в ТТА с регенеративным теплоиспользованием при реализации теплотехнологических процессов (ТПП) группы Б.
11. Теоретический минимум удельного расхода топлива в ТТА при реализации технологического процессов (ТПП) группы В.
12. Теоретический минимум удельного расхода топлива в ТТА с регенеративным теплоиспользованием при реализации ТПП группы Г.
13. Теоретический минимум удельного расхода топлива в теплотехнологических системах.
14. Основные теплотехнические факторы, определяющие уровень видимого удельного расхода топлива в реальных ТТА.
15. Энергетический анализ тепловых схем тта с внешним теплоиспользованием
16. Критерии энергоиспользования и энергетического совершенства ТТО с внешним теплоиспользованием.
17. Теплотехнические предпосылки эффективного использования топливно-кислородного источника энергии в ТТО

15) Аннотация дисциплины «Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий» (Б1.В.ДВ.2.2)

1. Цель дисциплины: изучение структуры, теоретических и технических основ и принципов функционирования энерготехнологических систем и комплексов промышленных предприятий в соответствии с требованиями соответствующих технологических, санитарных и строительных норм и правил эксплуатации с учетом надежности и экономичности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части общенаучного цикла Б1 программы «Энергетика теплотехнологии» подготовки магистров по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 4.

3. Краткое содержание разделов:

Структурная схема энергетики страны. Вопросы энергосбережения на промышленном предприятии. Определение понятий: «Энерготехнологическая система промышленного предприятия» (ЭТСПП); «Теплоэнергетическая система промышленного предприятия» (ТЭСПП), «Энерготехнологический комплекс промышленного предприятия» (ЭТКПП). Структура. Классификация. Определения.

Сущность системного подхода. Иерархические уровни ЭТКПП: процессы, установки, теплотехнологические и теплоэнергетические системы. Когенерационные системы на основе использования тепловых ВЭР. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена.

Способы представления ЭТСПП и ЭТКПП. Составление материальных, тепловых и эксергетических балансов по элементам и систем в целом. Последовательность расчета системы. Полный структурный анализ ЭТСПП.

Термодинамический анализ по элементам и системы в целом. Оценка эффективности использования энергоносителей. Термодинамические КПД (термический, эксергетический), топливный КПД.

Расчет стационарных режимов работы ЭТСПП и оценка эффективности использования энергоносителей на примере реальных производств химической промышленности. Определение потребностей теплоэнергетической системы предприятия в энергоносителях на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, термическое обессоливание воды, производство холода. Балансы ЭТКПП в целом.

16) Аннотация дисциплины «Теплотехническая оптимизация высокотемпературных реакторов» (Б1.В.ДВ.3.1)

1. Цель дисциплины: дисциплина состоит в изучении высокотемпературных теплотехнологических реакторов (ВТР), являющихся основным звеном действующих высокотемпературных теплотехнологических установок (ВТУ), совершенствовании их работы и приобретении способности создавать реакторы нового поколения, в наибольшей мере удовлетворяющих заданной технологии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока дисциплин основной образовательной программы подготовки магистров по программе «Энергетика теплотехнологии» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 9.

3. Краткое содержание разделов:

Характеристика теплотехнических принципов, используемых в теплотехнологических реакторах ВТУ. Общая характеристика теплотехнических принципов (способов) организации теплотехнических процессов. Классификация теплотехнических принципов. Сравнительный анализ теплотехнических принципов.

Общие условия организации эффективной тепловой обработки материалов в реакторах с использованием теплотехнических принципов излучающего факела и поверхностного излучателя. Общие уравнения и инженерные методы расчета лучистого теплообмена в замкнутой системе серых и несерых тел, разделенных лучепрозрачной средой. Радиационный теплообмен в реакторах при наличии газовых сред с серым и селективно-серым спектрами излучения. Оптимизация внешнего радиационного теплообмена в реакторах с излучающим факелом и поверхностным излучателем. Организация движения газов в реакторах с излучающим факелом. Основные факторы, определяющие поле скорости и давления газа в реакторах с прямоточным и закрученным потоками. Управление полем лучистых тепловых потоков. Влияние температуры, относительной излучательной способности газов и других факторов на теплообмен излучением. Критерии оценки эффективности внешнего теплообмена и его оптимизация в реакторах с излучающим факелом.

Оптимизация процессов нагрева тел в реакторах ВТУ. Условия реализации высококачественного и интенсивного процесса нагрева тел в высокотемпературных реакторах ВТУ. Нагрев термически тонких изделий. Рациональные графики нагрева термомассивных тел в реакторах периодического и непрерывного действия. Формирование методики расчета сложных режимов нагрева термомассивных тел на основе свойства аддитивности интегралов дифференциальных уравнений Фурье при различных граничных условиях. Общий алгоритм поиска решения задач по теплотехнической оптимизации процесса нагрева термически массивных тел в реакторе с излучающим факелом. Термические напряжения при нагреве и охлаждении тел. Условия для безокислительного и нейтрального нагрева металла. Интенсивный (скоростной) нагрев и пути его реализации.

Оптимизация термической обработки материалов в реакторах с плотным, кипящим и взвешенным слоем материала. Общие условия организации эффективной тепловой обработки материалов на основе теплотехнических принципов плотного, кипящего и взвешенного слоя. Условия рациональной организации движения газов и материалов и особенности внешнего теплообмена в реакторе с плотным фильтруемым слоем. Инженерные методы расчета длительности нагрева термически тонких и массивных тел в плотном слое. Система уравнений

и общий алгоритм расчета основных характеристик реактора при нагреве тел в слое. Постановка задачи по теплотехнической оптимизации реактора с плотным фильтруемым слоем материала.

Задачи, решаемые при анализе аэродинамической обстановки в реакторе с кипящим слоем. Физическая модель идеального кипящего слоя. Основные факторы, определяющие внешний теплообмен на поверхности частиц, образующих кипящий слой при высокой однородности их нагрева. Граничные условия и уравнения процесса нагрева частиц в высокотемпературном реакторе с кипящим слоем. Система уравнений и общий алгоритм расчета основных характеристик, предпосылки и задачи теплотехнической оптимизации реактора с кипящим слоем нагреваемого материала с учетом качества термической обработки. Варианты и задачи организации движения газов и материалов в реакторах с взвешенным слоем. Движение частиц и внешний теплообмен на поверхности частиц во взвешенном слое. Алгоритмы расчета указанных процессов в прямоточном, вращательном и встречном потоках. Нагрев монодисперсного и полидисперсного материала, плавление частиц во взвешенном слое материала. Теплотехническая оптимизация реакторов с взвешенным слоем

Обработка материалов в реакторах с пересыпающимся слоем. Модель пересыпающегося слоя. Реализация принципа пересыпающегося слоя во вращающихся печах. Методики и алгоритмы расчета геометрических параметров вращающихся печей. Анализ работы действующих печей и методы интенсификации процессов. Оптимизация тепловой работы реакторов с пересыпающимся слоем.

Алгоритмы расчета плавильных процессов в реакторах ВТУ. Физические модели процесса плавления. Методики расчета процессов плавления при различных условиях. Плавление термически тонких тел. Плавление термически массивных тел. Модель совместного процесса нагрева и плавления тел в расплавах. Нагрев массивных тел в расплавах. Методики расчетов.

Грануляция расплавов. Физическая модель, анализ процесса и алгоритм инженерных методов расчета. Скоростные плавильные реакторы с погруженным в расплав факелом. Реакторы с кипящим слоем расплава. Модели высокотемпературных теплотехнологических реакторов с погруженным в расплав факелом. Факторы, определяющие движение одноструйного факела в расплаве. Варианты физических схем газожидкостной системы при многоструйной продувке расплава факелом. Инверсия фаз. Кипящий слой расплава. Варианты теплотехнических процессов, реализуемых в реакторе с кипящим слоем расплава. Внешний теплообмен на поверхности твердых частиц и частиц расплава в реакторах периодического и непрерывного действия. Нагрев расплавов в реакторе с кипящим слоем расплава как при периодическом, так и непрерывном режимах работы. Нагрев и плавление тел в реакторах с кипящим слоем расплава. Система уравнений и общий алгоритм расчета основных характеристик, предпосылки и задачи теплотехнической оптимизации реакторов с кипящим слоем расплава.

Расчет массообменных процессов в реакторах ВТУ. Виды массообменных процессов, реализуемых в реакторах ВТУ. Основные уравнения массообмена. Диффузионный массообмен. Конвективный массообмен. Аналогия между процессами массообмена и конвективным переносом теплоты. Плавление частиц в ванне расплава при наличии массообмена. Критерии оценки совершенства теплотехнических реакторов. Принципиальные возможности повышения эффективности работы реакторов ВТУ при комбинировании различных теплотехнических принципов.

Общие и частные критерии оценки эффективности теплотехнических принципов, используемых в теплотехнологических реакторах. Удельная производительность теплотехнологических реакторов как сравнительный критерий оценки их совершенства. Комбинирование теплотехнических принципов – эффективный путь повышения удельной производительности реакторов. Принципиальные возможности повышения удельной производительности высокотемпературных реакторов на основе комбинирования теплотехнических принципов. Примеры оптимального и стихийного комбинирования.

17) Аннотация дисциплины «Технологические энергоносители промышленных предприятий» (Б1.В.ДВ.3.2)

1. Цель дисциплины: изучение структуры, теоретических и технических основ и принципов функционирования систем производства, транспорта и потребления технологических энергоносителей: сжатого воздуха, холода, технического водоснабжения и продуктов разделения воздуха (кислорода, азота, аргона и др.) в соответствии с требованиями надежной и экономичной эксплуатации при высоких термодинамических и экономических показателях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин Б.1 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки магистров по программе «Энергетика теплотехнологии» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 9.

3. Краткое содержание разделов:

Показатели и способы оценки технического совершенства систем производства и распределения энергоносителей. Современные масштабы и перспективы производства и потребления энергоносителей на промышленных предприятиях. Обобщенное понятие о системе обеспечения энергоносителями промышленных технологических потребителей. Характеристика энергоносителей. Взаимосвязи между системами в комплексе промпредприятия и между основными структурными элементами системы: генератором, коммуникацией и потребителем. Обобщенные показатели и характеристики системы. Способы оценки эффективности системы в целом. Использование эксергетических показателей в обобщенном подходе оценки энергопотребления. Методы термодинамической оценки комплексных систем и их элементов.

Системы воздушоснабжения промышленных предприятий. Характеристика потребителей сжатого воздуха на предприятиях различных отраслей промышленности по расходам, давлениям, режимам потребления и т.д. Требования к качеству (содержание влаги, пыли, температура) и надежность подачи технологического и силового воздуха.

Определение нагрузки на компрессорную станцию, выбор типа и числа компрессоров. Использование банков данных компрессорного оборудования и элементов систем воздушоснабжения для автоматизированного проектирования систем воздушоснабжения. Типы компрессорных станций промышленных предприятий для выработки силового и технологического сжатого воздуха, технологические схемы станций. Выбор привода компрессоров для конкретных видов потребителей сжатого воздуха. Компоновка компрессорной станции, электро-, масло- и водоснабжение станций. Особенности схем и компоновок крупных компрессорных станций металлургических, машиностроительных, химических и др. предприятий.

Работа компрессорной станции при переменных нагрузках, режимы регулирования параметров станции и их технико-экономические показатели. Характеристика и основы расчета вспомогательного оборудования компрессорных станций. Использование прикладных программ для расчета оборудования и оптимизации структуры систем и режимов их работы. Перспективы совершенствования энергетических и экономических показателей компрессорных станций, рациональная утилизация тепла сжатия воздуха для производственных нужд.

Системы технического водоснабжения промышленных предприятий. Характеристика потребителей технической воды и основные направления ее использования на промышленном предприятии. Требования к качеству, параметрам, расходам систем технологического водоснабжения. Связь технического водоснабжения промпредприятий с экологическими и социальными проблемами в масштабах региона, города, республики. Методика определения потребности в воде на технологические, противопожарные и хозяйственно-питьевые нужды отдельных цехов и предприятий с учетом реальных графиков водопотребления. Классификация, схемы, состав оборудования, области применения, режим работы систем производственного водоснабжения. Обратные системы водоснабжения как средство снижения энергозатрат на водопотребление и уменьшение загрязнения окружающей среды. Определение расчетных расходов и давлений для проектирования основных установок и сооружений в прямоточных и обратных системах водоснабжения. Особенности систем водоснабжения отраслей промышленности (черная и цветная металлургия, химия, тепловые электростанции). Основные сооружения систем производственного водоснабжения, устройства для забора и транспорта воды, очистные и охлаждающие сооружения. Расчетное сравнение различных способов охлаждения воды. Экономические и энергетические показатели современных систем производственного водоснабжения. Перспективы развития систем водоснабжения, последовательное использование воды в различных аппаратах и цехах, использование сточных и опресненных вод, замена водяного охлаждения на воздушное.

Системы холодоснабжения промышленных предприятий. Характеристика потребителей искусственного холода на промышленных предприятиях по расходам и температурным уровням. Комбинированные системы хладо и теплоснабжения. Способы получения холода и классификация холодильных установок. Системы хладоснабжения с компрессионными, адсорбционными и парожеткторными холодильными установками. Методика их расчета с помощью ЭВМ. Области рационального использования, оценка возможностей утилизации ВЭР для получения холода. Станции и цехи централизованной выработки холода, методы определения расчетной потребности в холоде отдельными установками, цехами, предприятиями. Технологические схемы холодильных станций, их назначение, конструктивное оформление, методы расчета, режимы работы. Циклы ожижения газов. Хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей. Компоновка станций выработки холода. Энергетические и экономические показатели систем производства и транспорта холода. Перспективы совершенствования систем хладоснабжения.

Характеристика промышленных потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения воздуха по расходам и параметрам. Показатели интенсификации производственных технологических процессов, внедрение новых технологий, снижение загрязнения окружающей среды при использовании кислорода в технологических установках промпредприятия. Требования к качеству продуктов разделения воздуха. Специфика потребления продуктов разделения воздуха, графики и режимы потребления. Методы промышленного разделения воздуха. Сравнение показателей циклов и процессов, используемых для охлаждения ожижения воздуха. Особенности низкотемпературного разделения воздуха на компоненты. Колонны одно- и двукратной ректификации. Энергетические и экономические показатели современных воздухоразделительных установок. Достижения отечественной воздухоразделительной техники. Методы балансирования типовых схем и основы расчета основных элементов воздухоразделительных установок.

Промышленные станции производства продуктов разделения воздуха, режимы работы, резервирование установок и аккумулярование продукции. Определение потребности в продуктах разделения воздуха цехов и предприятий, алгоритмизация выбора оптимального состава и количества установок на станции с использованием банков данных по воздуходелительным установкам и вспомогательному оборудованию. Назначение, конструкция, режимы работы и основы расчета вспомогательного оборудования (теплообменники, регенераторы, компрессоры, детандеры) воздуходелительных установок и станций. Техничко-экономические характеристики различных способов транспорта и распределения продуктов разделения воздуха в сжиженном и газообразном состоянии. Компоновка воздуходелительных станций и цехов. Энергетические и экономические показатели воздуходелительных станций. Методы снижения себестоимости продуктов разделения воздуха при их комплексном использовании.

18) Аннотация дисциплины «Эффективность энергосбережения в теплотехнологии» (Б1.В.ДВ.4.1)

1. Цель дисциплины: анализ и выбор факторов, определяющих эффективность энергосбережения в теплотехнологии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору основной образовательной программы подготовки магистров по профилю «Энергетика теплотехнологии» направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 3.

3. Краткое содержание разделов:

Общие сведения о курсе. Задачи, цели и приоритеты энергосбережения. Сфера потребления ТЭР. Место курса в программе подготовки магистров. Приоритеты «Энергетической стратегии России до 2020 г. Энергосбережение как часть общей проблемы ресурсосбережения. Структура экономии ТЭР.

Потребность страны в первичной энергии. Использование газа в экономике РФ. Определение структуры внутреннего валового продукта и его энергоемкости. Классификация общества по энергетическому индексу. Анализ перспективной потребности страны в первичной энергии. Характеристики законодательной базы по энергосбережению зарубежных стран и РФ. Подзаконные акты по энергосбережению и стандарты.

Факторы, определяющие экономию топлива. Удельный расход топлива, его нормирование. Технологические особенности агрегатов. Качество сжигания топлива. Особенности технологического процесса. Коэффициенты полезного действия. Составление тепловых балансов теплотехнологических агрегатов. Уровень отчета тепловых балансов.

Определение потенциала энергосбережения. Структура потенциала энергосбережения. Прямая экономия ТЭР. Экономия преобразованных видов энергии. Потенциал энергосбережения в отраслях экономики и промышленности РФ.

Энергосбережение и экология. Связь между энергосбережением и экологией. Определение массовых выбросов вредных веществ в окружающую среду и удельных выбросов. Энергоэкологическая характеристика производства.

Определение границ энергосберегающих мероприятий (энергосбережение с учетом капиталовложений). Реинвестиции энергосберегающих проектов, их эквивалентность. Достижение удельных расходов топлива, соответствующих лучшим мировым показателям. Затраты на мероприятия по экономии ТЭР. Характеристика структур затрат в производстве некоторых видов промышленной продукции. Реинвестиции энергосберегающих проектов за счет основной продукции, энергоресурсов. Смешанные реинвестиции.

Цена топлива и эффективность мероприятий по его экономии. Анализ технико-экономических показателей основных отраслей промышленности и топливной составляющей себестоимости. Влияние цены топлива на эффективность энергосбережения. Экономический эффект при реализации энергосбережения. Цена топлива как фактор стимулирования энергосбережения. Изменение эксплуатационных затрат от цены на топливо в различных отраслях промышленности. Допустимое повышение цены на топливо в различных отраслях промышленности.

Реализация сэкономленного газа. Соотношение затрат на новую технику и энергосбережение. Пути реализации сэкономленных ТЭР (на примере природного газа).

Объем годовых реинвестиций за счет поставок природного газа на экспорт. Дифференцированная цена на природный газ.

Экономическое стимулирование энергосбережения и материальное поощрение за экономию ТЭР. Опыт зарубежных стран в финансировании энергосбережения. Перераспределение централизованных фондов отраслей потребителей ТЭР с выделением средств на экономию ТЭР. Предоставление кредитов банкам добывающих отраслей. Привлечение свободных средств организаций. Схема материального поощрения за реализацию энергосберегающих мероприятий. Экономический механизм управления энергосбережением. Эффективность реализации энергосберегающих проектов. Источники финансирования энергосбережения. Влияние мероприятий по экономии ТЭР на технико-экономические показатели предприятий. Возможные схемы связи объектов и источников финансирования.

Эффективность энергосберегающих мероприятий (на примере реконструкции децентрализованных систем теплоснабжения). Эффективность реконструкции систем теплоснабжения как одного из важнейших направлений энергосбережения в стране. Малозатратные, средnezатратные, высокзатратные мероприятия. Критерии технической и экономической эффективности мероприятия. Последовательность реализаций энергосбережения. Сроки окупаемости мероприятий по энергосбережению в зависимости от объемов и цены сэкономленного топлива. Основные направления повышения эффективности использования ТЭР в отраслях экономики и промышленности РФ. В производстве электроэнергии и теплоэнергии. При передаче электроэнергии. При потреблении электрической энергии. При транспорте тепловой энергии. При потреблении тепловой энергии. В химии и нефтехимии. В черной и цветной металлургии. В машиностроении. В строительной промышленности. В газовой промышленности. Вопросы развития теории горения, теплообмена; конструкции теплотехнологических агрегатов. Вопросы эффективного использования топлива в теплотехнологических агрегатах с учетом его потребительских свойств.

19) Аннотация дисциплины «Теплотехнологические системы» (Б1.В.ДВ.4.2)

1. Цель дисциплины: изучение структуры и особенностей основ теплотехнологических систем энергоемких производств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части цикла Б1 магистерской программы «Энергетика теплотехнологии» подготовки магистров по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Количество зачетных единиц – 3.

3. Краткое содержание разделов:

Масштабы производства основных продуктов и потребления энергии в стране. Принципиальная схема технологической линии промышленного производства. Общая характеристика промышленных потребителей топливно-энергетических ресурсов. Определение основных понятий: промышленное производство, теплотехнология, теплотехнологические системы. Классификация теплотехнологий и систем по отраслям промышленности, по содержанию технологических превращений. Характеристика отдельных звеньев технологической линии, выделение звеньев высокотемпературной переработки технологического материала.

Коэффициенты безотходности и методы определения энергоемкости в системах. Основные понятия и определения. Критерии эффективности энергопотребления. Показатели безотходности в теплотехнологических системах. Энергоемкость продуктов и полупродуктов в системе и суммарные энергетические затраты. Методика определения суммарных энергетических затрат. Энергетические и эксергетические балансы в ТТК и БС: расчеты отдельных составляющих. Технологическое топливное число (ТТЧ). Анализ энергоемкости отдельных производств с помощью ТТЧ. Примеры. Основные принципы разработки безотходных теплотехнологических систем с максимальным энергосберегающим эффектом. Исключение энергоемких стадий, многоводных технологий. Метод предельного энергосбережения. Алгоритм разработки энергосберегающей системы.

Теплотехнологическая система процессов нагрева технологического материала. Энергобаланс высокотемпературных установок и основные направления экономии энергоресурсов. Регенерация теплоты. Внешнее теплоиспользование. Теплотехнологическая система получения цемента. Химические превращения при обжиге клинкера. Основное теплотехнологическое оборудование. Материальные и тепловые балансы. Основные технологические и энергетические показатели. Новые процессы в производстве цемента.

Теплотехнологическая система варки шихты для получения стекла. Основные стадии и химизм превращений. Кинетика реакций и лимитирующие стадии. Материальные и тепловые балансы. Основное технологическое оборудование. Основные технологические и энергетические показатели. Новые процессы в производстве стекломассы.

Теплотехнологические системы плавильно-восстановительных производств черной металлургии. Схема и классификация систем переработки железных руд черной металлургии. Основные химические реакции. Кинетика реакций и лимитирующие стадии. Способы интенсификации процессов. Материальный и тепловой баланс в системах получения чугуна. Основное теплотехнологическое оборудование. Новые процессы.

Теплотехнологическая система переработки свинцовых руд. Химизм и кинетика основных превращений исходного сырья в готовый продукт. Процессы возгонки легколетучих компонентов из шлаков. Получение цинка. Характеристика основного теплотехнологического оборудования.

Теплотехнологические системы переработки медесодержащих сульфидных руд. Химизм и кинетика основных реакций. Лимитирующие факторы и способы интенсификации процессов. Характеристика основного технологического оборудования. Новые энергосберегающие процессы.

Роль промышленности строительных материалов в организации безотходных производств. Способы переработки отходов. Использование шлаков черной и цветной металлургии, гипсовых отходов химической промышленности для получения строительных материалов.