



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## **АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН**

**Направление подготовки**

**13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Направленность (профиль):**

**Природоохранные технологии и энергосбережение в теплоэнергетике**

**Форма обучения – очная**

Санкт-Петербург  
2018

## **Б1.Б.1 Философия и методология науки**

### *Цели и задачи дисциплины*

Целями освоения дисциплины являются развитие у студентов интереса к фундаментальным знаниям, стимулирование потребности к философским оценкам актуальных проблем развития научного знания, места техники и технических наук в современном мире.

### *Задачами освоения дисциплины являются:*

- ознакомление студента с основными проблемами и направлениями современной философии науки и техники;
- формирования представления о роли и месте науки и технике в культуре и современном обществе;
- развитие способности самостоятельного философского осмысления актуальных проблем развития научного познания и технологии;
- формирование представления об основных уровнях и элементах в структуре научного знания, формах знания и методах познания;
- выработка умения логично формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем.

### *Тематический план*

- 1. 1-й раздел: Общие проблемы философии науки**
  - 1.1. Введение. Предмет философии науки.
  - 1.2. Ранние исторические этапы развития научного знания в их связи с развитием философии.
  - 1.3. Философия науки и наука Нового времени.
  - 1.4. Неопозитивизм и лингвистическая философия. Постпозитивистская традиция в философии науки XX в.
  
- 2. 2-й раздел: Методология науки.**
  - 2.1. Основные уровни в структуре научного познания.
  - 2.2. Общелогические методы научного познания. Индукция и дедукция.
  - 2.3. Общенаучные методы научного познания.
  - 2.4. Проблема научной истины.

## **Б1.Б.2 Математическое моделирование**

*Целями освоения дисциплины является* формирование у магистрантов углубленных профессиональных знаний в области математического моделирования

*Задачами освоения дисциплины являются:*

- знакомство с важнейшими понятиями теории математического моделирования и основными типами моделей;
- изучение теоретических основ, приемов и методов математического моделирования;
- выработка практических навыков разработки математических моделей деформирования элементов строительных конструкций;
- знакомство с численными и аналитическими методами исследования математических моделей;
- применение математического моделирования для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем;
- исследование математических моделей естественнонаучных и технических объектов.

*Тематический план*

- 1. 1-й раздел (Математическое моделирование в задачах строительства)**
  - 1.1. Основные понятия и принципы математического моделирования
  - 1.2. Основные методы и приёмы построения математических моделей объектов
  - 1.3. Вариационные принципы и законы сохранения в механике
  - 1.4. Математические модели деформирования элементов строительных конструкций
  - 1.5. Математические модели задач оптимизации
  - 1.6. Математические модели при проведении эксперимента
  - 1.7. Численные методы исследования математических моделей. Вычислительный эксперимент
  - 1.8. Исследование деформирования строительных конструкций

### **Б1.Б.3 Технико-экономический анализ эффективности проектных решений**

*Целями освоения дисциплины являются* формирование фундаментальных основ и профессиональных знаний в области теории и методов экономической оценки эффективности проектных решений и инвестиций и применение полученных знаний при принятии управленческих решений.

*Задачами освоения дисциплины являются:*

- научить студентов научно-техническим, экономическим знаниям и методологическим основам в рамках дисциплины «Технико-экономический анализ эффективности проектных решений» с учетом изменяющихся условий экономики и политики;
- ознакомить с основными законодательными и нормативными документами, регламентирующими инвестиционную деятельность предприятия;
- сформировать необходимые практические навыки проведения оценки эффективности проектных решений и инвестиций на эти цели, в том числе при постановке и уяснении конкретных задач инвестирования, установлении причинно-следственных связей, определении показателей и методов их оценки, выявлении и оценки факторов, влияющих на результаты и отбор наиболее существенных для принятия управленческих решений.

*Тематический план*

- 1. 1-й раздел (Сущность и логика инвестиционных процессов)**
  - 1.1 Развитие теории оценки эффективности инвестиций и капитальных вложений.
  - 1.2. Фундаментальные концепции теории оценки эффективности
  - 1.3 Основные понятия, сущность и классификация инвестиций и инвестиционных проектов.
  - 1.4 Инвестиционная деятельность, участники и этапы.
  - 1.5 Взаимосвязь финансово-хозяйственной деятельности организации и оценки инвестиций на проектные решения
  - 1.6 Методы расчета показателей результатов и затрат при осуществлении новых проектных решений
  - 1.7 Методы расчета показателей результатов и затрат на стадии проектирования
- 2. 2-й раздел (Основные положения и принципы оценки эффективности инвестиционных решений и проектов)**
  - 2.1 Исходные понятия и схема оценки эффективности проектных решений, расчет денежных потоков.
  - 2.2 Анализ источников средств для финансирования инвестиционных проектов
  - 2.3 Экономическое сравнение вариантов строительно-конструктивных решений
  - 2.4 Технико-экономическая оценка проекта в целом
  - 2.5 Оценка коммерческой эффективности инвестиционного проекта
  - 2.6 Оценка эффективности участия в проекте предприятия
  - 2.7 Упрощенные (статические) методы оценки эффективности. Сравнительная эффективность проектных решений

## **Б1.Б.4 Иностранный язык (технический перевод)**

*Целями освоения дисциплины* «Иностранный язык (технический перевод)» в рамках первой ступени высшего профессионального образования (бакалавр) являются формирование межкультурной коммуникативной иноязычной компетенции студентов на уровне, достаточном для решения коммуникативных задач социально-бытовой и профессионально-деловой направленности.

### *Задачами освоения дисциплины являются:*

- формирование и совершенствование иноязычной компетенции в различных видах речевой деятельности (аудировании, говорении, чтении, письме, переводе), исходя из стартового уровня владения иностранным языком;
  - развитие навыков чтения литературы по направлению подготовки с целью извлечения информации;
  - знакомство с переводом литературы по направлению подготовки.
- Освоение обучающимися фонетики, грамматики, синтаксиса, словообразования, сочетаемости слов, а также активное усвоение наиболее употребительной общепрофессиональной лексики и фразеологии изучаемого иностранного языка происходит в процессе работы над связными, законченными в смысловом отношении произведениями речи по направлению подготовки.

### *Тематический план*

1. **1-й раздел. Heating, ventilation, air-conditioning system.**
  - 1.1 A split air-conditioning system.
  - 1.2 Air movement.
  - 1.3 Types of ventilation system.
  
2. **2-й раздел. Fossil fuels.**
  - 2.1 How fossil fuels work.
  - 2.2 Energy production.
  
3. **3-й раздел. Power plant.**
  - 3.1 Beauty of hydropower.
  - 3.2 Power transmission.
  - 3.3 Electric power plant.
  - 3.4 Types of solar energy. Тестовая работа.

## **Б1.Б.5 Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий**

*Целью освоения дисциплины является* формирование у студентов знаний и практических навыков для исследования современной проблематики, связанной с развитием теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий

### *Задачи изучения дисциплины:*

- познакомить обучающихся с подходами к решению комплексных задач развития теплоэнергетики и теплотехнологий на современном этапе, а также к оценке промышленной безопасности и риска возникновения чрезвычайных ситуаций на производстве с точки зрения энерго- и ресурсосбережения;
- познакомить обучающихся с нормативно-правовой базой и мероприятиями по модернизации теплоэнергетической отрасли в соответствии с современными требованиями;
- приобретение студентами навыков технико-экономических обоснований проектов.

### *Тематический план*

1. 1-й раздел **Состояние и перспективы энерго- и ресурсосбережения в мире и России**
  - 1.1 Порядок расчета норм потребления и потерь топливно-энергетических ресурсов
  - 1.2 Определение фактического потребления топливно-энергетических ресурсов. Энергоаудит.
  - 1.3 Нормирование потребления энергоресурсов в теплотехнологиях, теплогенерирующих и котельных установках.
  
2. 2-й раздел **Передовые энергосберегающие технологии в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях**
  - 2.1 Энергосберегающие технологии в промышленности и теплоэнергетике. Использование энергетических ресурсов. Классификация энергетических отходов
  - 2.2 Порядок утверждения и расчета норм потребления и потерь топливно-энергетических ресурсов.
  
3. 3-й раздел **Утилизация теплоты в системах теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий**
  - 3.1 Методы утилизация теплоты в системах теплоэнергетики и теплотехнологий
  - 3.2 Глубокая утилизация теплоты в системах теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий
  - 3.3 Определение фактического потребления топливно-энергетических ресурсов
  - 3.4 Ресурсосбережение при использовании древесных отходов, твердых бытовых отходов и биогазов

## **Б1.Б.6 Проблемы энерго и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии**

*Целями освоения дисциплины являются* подготовка специалиста в области исследования, проектирования, строительства и эксплуатации теплоэнергетических объектов различного назначения.

*Задачами освоения дисциплины являются* передача студенту комплекса необходимых знаний по аналитическому исследованию тепловых схем, аэродинамических, гидравлических и тепловых систем теплоэнергетических объектов и входящих у их структуры оборудования; рационализации работы топочно-горелочных устройств и котлов, требующейся для эффективной и безопасной выработки тепловой энергии; исследования работы и применения полученных в результате данных для расчета основного и вспомогательного оборудования котельных; улучшение условий безопасной и эффективной эксплуатации оборудования.

Освоение дисциплины позволит студентам грамотно принимать наилучшие решения, произвести его подготовку для проведения «предпроектного» исследования с применением САЕ-систем математического моделирования (ANSYS Fluent, STAR CCM+), применяющихся с целью прогнозирования протекания различных по характеру и временному течению гидро- и аэродинамических, тепловых, химических и др. видов процессов, необходимых с целью учёта при улучшении качества проектирования и эксплуатации энергетических объектов.

### ***Тематический план***

- 1. 1-й раздел: (Современное состояние источников тепловой энергии. Проблемы и перспективы. Подходы к проведению анализа)**
  - 1.1 Вводные сведения. Современное состояние источников энергии промышленной и малой теплоэнергетики, систем теплофикации в России.
  - 1.2 Условия обеспечения надежности работы теплоэнергетического оборудования.
  - 1.3 Перспективы использования вторичных энергоресурсов. Основные проблемы
  - 1.4 Проблемы и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.
- 2 2-й раздел: (Использование САЕ-систем как современного метода предпроектного анализа Исследовательская работа на энергетических объектах. Роль энергоанализа. Этапы создания исследовательских расчётных проектов для анализа в ANSYS Workbench)**
  - 2.1 Задача исследовательской работы на энергетических объектах. Основы методологии исследования с использованием САЕ-систем.
  - 2.2 Назначение оболочки ANSYS Workbench. Методология создания проекта ANSYS Workbench. Основные этапы создания проекта, а также приёмы работы с оболочкой и её настройка.
- 3 3-й раздел (Геометрическое моделирование объектов и элементов энергетических, аэродинамических и гидравлических систем)**
  - 3.1 Основная роль геометрического моделирования в программных комплексах для научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности. Этапы взаимодействия CAD, CAE и CAM-систем.
  - 3.2 Основы работы в ANSYS Design Modeler. Графический интерфейс, главная панель, панель инструментов, свойства команд и создаваемых с их помощью объектов. Создание пространственных объектов на основе примитивов. Создание пространственных объектов методом эскизирования. Применение команд Extrude, Revolve, Sweep, Skin/Loft.
  - 3.3 Использование команды построения геометрических массивов Pattern.

- Редактирование пространственных 3D объектов. Применение команд Boolean, Slice, Delete. Создание скруглений и фасок для 3D объектов. Применение команд Fixed Radius Blend, Variable Radius Blend, Cham-fer.
- 3.4 Технология создания вспомогательных 2D объектов с 3D объектов, а также на основе эскизов. Использование меню Concept. Методы создания вспомогательных построений 3D геометрий для CFD анализа с использованием набора инструментов меню Tools.
  - 3.5 Технологии получения вспомогательной информации об объектах. Использование инструментов меню Analyses Tools. Методы построения параметрических геометрических объектов. Использование методов хранения и управления потоками данных. Использование таблицы Parameters.
  - 4 4-й раздел (Построение расчётных сеток конечных объёмов для CFD анализа объектов и элементов энергетических, аэродинамических и гидравлических систем)**
  - 4.1 Основная роль сетки конечных объёмов. Введение в построение сеток.
  - 4.2 Основы работы в ANSYS Meshing. Графический интерфейс, главная панель, панель инструментов, свойства команд. Определение основных функций глобальных настроек построения сетки.
  - 4.3 Методы задания локальных настроек построения сетки. Выбор оптимального метода построения сетки согласующегося с геометрическими особенностями модели и требуемой точностью получаемых после моделирования результатов. Особенности построения сетки в пристеночных зонах. Использование локальной настройки построения призматических слоёв Inflation.
  - 4.4 Основные методы и приёмы построения регулярной сетки на сложных геометрических объектах: цилиндрах, конусах и др. Основные методы расчёта построения.
  - 4.5 Критерии оценки качества построения расчётной сетки.



## **Б1.Б.7 Экологическая безопасность**

*Целью освоения дисциплины является* изучение современных подходов к обеспечению экологической безопасности на промышленных объектах.

*Задачами освоения дисциплины являются:*

- ознакомить обучающихся с подходами к оценке промышленной безопасности и риска возникновения чрезвычайных ситуаций на производстве;
- дать информацию о государственных механизмах регулирования экологической безопасности;
- научить оценивать возможный ущерб, принимать и обосновывать конкретные решения для обеспечения техногенной безопасности на производстве.

*Тематический план*

1. 1-й раздел (**Экологическая безопасность и экологический риск**)
  - 1.1 Системный анализ безопасности
  - 1.2 Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
  - 1.3 Оценка безопасности на основе теории риска
  - 1.4 Расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты
  - 1.5 Оценка безопасности производственной среды
  - 1.6 Расчет платы за загрязнение почвы
  
2. 2-й раздел (**Механизмы государственного регулирования природной и техногенной безопасности**)
  - 2.1 Организация государственного управления в сфере экологической безопасности
  - 2.2 Расчет платы за размещение отходов
  - 2.3 Оценка ущерба при чрезвычайных ситуациях
  - 2.4 Расчет платы за негативное воздействие на биологические ресурсы
  - 2.5 Расчет платы за нанесение ущерба окружающей среде при аварийных ситуациях с нефтью и нефтепродуктами

## **Б1.Б.8 Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии**

### ***Целями освоения дисциплины являются:***

- изучение теоретических основ и принципов эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях;
- получение знаний по методам эффективного управления, системной оптимизации показателей эффективности теплоэнергетических установок и систем энергообеспечения.

### ***Задачами освоения дисциплины является:***

- ознакомление с принципами рационального управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии для решения задач выбора оптимальных решений и методов эффективного управления технологическими процессами;
- формирование у специалиста представления об обеспечении эффективной эксплуатации теплоэнергетических установок и систем энергообеспечения.

### ***Тематический план***

1. Понятия и постановка задачи оптимального управления
2. Критерии оптимальности систем автоматического регулирования
3. Основные понятия теории автоматического регулирования
4. Регулирующие органы теплоэнергетических установок
5. Автоматизация паровых барабанных котлов
6. Автоматизация водогрейных котлов
7. Автоматизация центральных (ЦТП) и индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов

## **Б1.В.ОД.1 Особенности проектирования крышных котельных**

*Целями освоения дисциплины являются* подготовка специалиста в области проектирования, строительства и эксплуатации крышных отопительных котельных, оснащённых водогрейными неконденсационными и конденсационными котлоагрегатами малой мощности для систем теплоснабжения преимущественно жилищно-коммунального сектора (ЖКС).

*Задачами освоения дисциплины являются* передача студенту комплекса необходимых начальных знаний по проектированию, эксплуатации и исследованию крышных котельных; выборе и расчёте принципиальных схем, определению характеристик топочно-горелочных устройств, требуемых для эффективной и безопасной выработки тепловой энергии; расчёту основного и вспомогательного оборудования; степени воздействия продуктов сгорания органического топлива на окружающую среду; условий безопасной и эффективной эксплуатации оборудования.

В рамках исследовательской части студентам магистратуры даются основы «предпроектного» исследования процессов горения газового топлива в системе математического моделирования (ANSYS Fluent, STAR CCM+), что полезно для улучшения качества проектирования.

### *Тематический план*

- 1. 1-й раздел (Особенности проектирования крышных котельных)**
  - 1.1 Общие сведения о крышных котельных. Сфера применения. Основные тенденции развития.
  - 1.2 Основные нормативные документы. Подходы к проектированию.
  - 1.3 Основные особенности применения конденсационного оборудования. Основные его преимущества.
  - 1.4 Основные методы подбора конденсационного оборудования. Условия его работы.
  - 1.5 Расчёт тепловой схемы котельной. Подбор оборудования.
  
- 2. 2-й раздел (Основы моделирования процессов горения в системе ANSYS Fluent)**
  - 2.1 Основы моделирования процессов горения газового топлива. Преимущества и необходимость анализа.
  - 2.2 Построение геометрии, расчётной сетки.
  - 2.3 Настройки решателя для моделирования горения
  - 2.4 Использование моделей горения. Настройка решателя.
  - 2.5 Вывод результатов расчёта. Формирование отчётов.

## **Б1.В.ОД.2 Анализ эффективности энергосбережения в котельных и ТЭЦ**

*Целями освоения дисциплины являются* подготовка специалиста в области исследования, проектирования, строительства и эксплуатации отопительных, отопительно-производственных и производственных котельных, оснащённых паровыми и водогрейными котлоагрегатами малой и средней мощности – источников, которые наряду с ТЭЦ являются основными теплогенерирующими источниками для систем теплоснабжения жилищно-коммунального сектора (ЖКС), промышленных предприятий и других объектов различного назначения.

*Задачами освоения дисциплины являются* передача студенту комплекса необходимых знаний по «предпроектному» исследованию тепловых схем, аэродинамических, гидравлических и тепловых систем теплоэнергетических объектов и входящих у их структуры оборудования; рационализации работы топочно-горелочных устройств и котлов, требующейся для эффективной и безопасной выработки тепловой энергии; исследования работы и применения полученных в результате данных для расчета основного и вспомогательного оборудования котельных; улучшение условий безопасной и эффективной эксплуатации оборудования.

«Предпроектное» исследование достигается путём использования CAE-систем математического моделирования (ANSYS Fluent, STAR CCM+), применяющихся с целью прогнозирования протекания различных по характеру и временному течению гидро- и аэродинамических, тепловых, химических и др. видов процессов, необходимых с целью учёта при улучшении качества проектирования и эксплуатации котельных установок и ТЭЦ.

### *Тематический план*

- 1. 1-й раздел: (Основы исследовательской работы на котельных и ТЭЦ. Роль энергоанализа)**
  - 1.1 Вводные сведения. Основная роль исследовательской работы на энергетических объектах (котельных и ТЭЦ). Основы методологии исследования.
  - 1.2 Особенности использования CAE-систем в современной проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности. Основные направления развития. Преимущества математического анализа (численного моделирования, предварительного прогнозирования) хода физических процессов при анализе как систем в целом, так и отдельных их элементов.
- 2 2-й раздел (Оболочка CAE-системы ANSYS Workbench. Этапы создания исследовательских расчётных проектов для анализа эффективности работы котельных и ТЭЦ)**
  - 2.1 Методология создания проекта ANSYS Workbench для анализа работы исследуемых систем. Основные этапы и идеи, закладываемые в создания проекта для CFD анализа, особенности его настройки.
- 3 3-й раздел (Основные настройки программного комплекса для математического моделирования ANSYS Fluent. Настройки импортированной модели)**
  - 3.1 Этапы работы в программном комплексе ANSYS Fluent. Установка предпусковых параметров и запуск программы. Загрузка расчётной модели в программный комплекс ANSYS Fluent.
  - 3.2 Настройка программы ANSYS Fluent. Графический интерфейс, главная панель, панель инструментов, основные свойства команд. Установка параметров загруженной модели. Параметры отображения именованных границ и сетки. Установка параметров масштабирования загруженной сетки. Проверка качества сетки.
  - 3.3 Обзор основных расчётных возможностей ANSYS Fluent. Методы подключения выбранных моделей к расчёту. Методика задания материалов для расчётных моделей.

Выбор материалов из стандартной базы, задание свойств. Методика задания материалов с расчётными свойствами, определёнными пользователем. Наложение граничных условий на именованные поверхности. Выбор типов граничных условий для моделей. Определение направления действия векторных величин. Настройки параметров.

- 3.4 Настройка решателя ANSYS Fluent. Выбор схемы увязки математических уравнений и схемы дискретизации. Определение подрелаксационных факторов. Основные понятия работы с ними. Влияние подрелаксационных факторов и числа Куранта на сходимость решения и точность получаемых результатов. Мониторы невязок. Настройка мониторов. Создание пользовательских мониторов невязок. Процесс инициализации решения. Стандартная и гибридная инициализация. Запуск модели на решение.
- 3.5 Настройка обработчика результатов встроенного в ANSYS Fluent. Создание плоскостей, настройка параметров отображения, построение по полученным результатам графических зависимостей.

#### **4 4-й раздел (CFD моделирование процессов смещения. Настройки модели)**

- 4.1 Геометрическое моделирование смесительных аппаратов (смесительных систем) с использованием ANSYS Design Modeler. Создание геометрических объектов для двумерных и трёхмерных задач CFD-моделирования. Виды геометрических объектов, отражающих элементы систем. Методология создания пространственных и плоских объектов моделирования. Основные подходы к постановке исследовательских задач, влияние их на точность получаемых результатов. Установка единиц измерения объектов.
- 4.2 Построение конформной расчётной сетки конечных объёмов с использованием сеточного редактора ANSYS Meshing. Особенности построения сеток для задач гидрогазодинамики и теплообмена. Особенности предпочтения геометрических элементов, используемых системой для построения сеток в пространственных и плоских объектах для CFD-анализа. Достоинства и недостатки сеток различных сеток.
- 4.3 Загрузка модели в ANSYS Fluent. Обзор основных моделей турбулентности используемых решателем, основные параметры их настройки. Настройка программы и CFD-решателя. Выполнение расчётов. Вывод полученных результатов во встроенный обработчик в ANSYS Fluent.

#### **5 5-й раздел (Настройки обработчика результатов CFD)**

- 5.1 Вывод результатов моделирования в обработчик CFD-Post. Графический интерфейс программы CFD-Post, главная панель, панель инструментов, основные свойства команд. Установка параметров загруженной расчётной базы, параметры отображения именованных границ модели и сетки, параметров отображения модели. Основные возможности визуализации результатов и построения отчётов в постпроцессоре ANSYS CFD-Post. Методы совместного представления результатов из разных расчётных баз.

#### **6 6-й раздел (CFD моделирование процессов сопряжённого теплообмена. Настройки модели)**

- 6.1 Основные понятия о сопряжённых задачах, особенности геометрического моделирования. Геометрическое моделирование теплообменных аппаратов с использованием ANSYS Design Modeler. Создание геометрических объектов для двумерных и трёхмерных задач CFD-моделирования. Основные подходы к постановке исследовательских задач, влияние их на точность получаемых результатов в сопряжённых задачах. Установка единиц измерения объектов.
- 6.2 Построение конформной расчётной сетки конечных объёмов для жидкосных тел и сетки конечных элементов для твёрдых тел в редакторе ANSYS Meshing. Особенности построения сеток в сопряжённых задачах. Особенности предпочтения геометрических элементов, используемых системой для построения сеток в пространственных и плоских объектах для CFD-анализа в сопряжённых задачах.
- 6.3 Загрузка модели сопряжённой задачи в ANSYS Fluent. Обзор основных приёмов

настройки моделей, используемых для моделирования конвективного теплообмена. Настройка программы и CFD-решателя. Выполнение расчётов. Вывод полученных результатов во встроенный обработчик в ANSYS Fluent.

- 6.4 Вывод результатов моделирования в обработчик CFD-Post. Основные возможности визуализации результатов сопряжённых задач и построения отчётов в постпроцессоре ANSYS CFD-Post. Анализ полученных результатов.

## **7 7-й раздел (CFD моделирование процессов радиационного теплообмена. Настройки модели)**

- 7.1 Геометрическое моделирование систем лучистого отопления помещений с использованием ANSYS Design Modeler. Создание геометрических объектов для двумерных и трёхмерных задач CFD-моделирования. Основные подходы к постановке исследовательских задач, влияние их на точность получаемых результатов в задачах радиационного теплообмена. Установка единиц измерения объектов.
- 7.2 Построение конформной расчётной сетки конечных объёмов в редакторе ANSYS Meshing. Особенности построения сеток в задачах с радиационным теплообменом. Особенности предпочтения геометрических элементов, используемых системой для построения сеток в пространственных и плоских объектах для CFD-анализа в задачах с радиационным теплообменом.
- 7.3 Загрузка модели в ANSYS Fluent. Обзор основных приёмов настройки моделей, используемых для моделирования радиационного теплообмена. Настройка программы и CFD-решателя. Выполнение расчётов. Вывод полученных результатов во встроенный обработчик в ANSYS Fluent.
- 7.4 Вывод результатов моделирования в обработчик CFD-Post. Основные возможности визуализации результатов задач радиационного теплообмена и построения отчётов в постпроцессоре ANSYS CFD-Post. Анализ полученных результатов.

## **8 8-й раздел (CFD моделирование процессов кавитации. Настройки модели)**

- 8.1 Геометрическое моделирование элемента системы с вероятным образованием эффекта кавитации (образования паровой фазы) с использованием ANSYS Design Modeler. Создание геометрических объектов для двумерных и трёхмерных задач CFD-моделирования. Основные подходы к постановке исследовательских задач, влияние их на точность получаемых результатов в задачах кавитационным эффектом. Установка единиц измерения объектов.
- 8.2 Построение конформной расчётной сетки конечных объёмов в редакторе ANSYS Meshing. Особенности построения сеток в задачах с кавитацией. Особенности предпочтения геометрических элементов, используемых системой для построения сеток в пространственных и плоских объектах для CFD-анализа в задачах с эффектом кавитации.
- 8.3 Загрузка модели в ANSYS Fluent. Теоретические основы явления кавитации. Обзор основных приёмов настройки моделей, используемых для моделирования явления кавитации. Настройка программы и CFD-решателя. Выполнение расчётов. Вывод полученных результатов во встроенный обработчик в ANSYS Fluent.
- 8.4 Вывод результатов моделирования в обработчик CFD-Post. Основные возможности визуализации результатов задач с кавитационным эффектом и построения отчётов в постпроцессоре ANSYS CFD-Post. Анализ полученных результатов.

## **9 9-й раздел (CFD моделирование многофазных сред. Настройки модели)**

- 9.1 Геометрическое моделирование элемента системы с жидкостно-паровой фазой с использованием ANSYS Design Modeler. Создание геометрических объектов для двумерных и трёхмерных задач CFD-моделирования. Основные подходы к постановке исследовательских задач, влияние их на точность получаемых результатов в задачах с многофазным течением. Установка единиц измерения объектов.
- 9.2 Построение конформной расчётной сетки конечных объёмов в редакторе ANSYS Meshing. Особенности построения сеток в задачах с многофазным течением.

Особенности предпочтения геометрических элементов, используемых системой для построения сеток в пространственных и плоских объектах для CFD-анализа в задачах с многофазным течением.

- 9.3 Загрузка модели в ANSYS Fluent. Теоретические основы многофазных течений. Обзор основных приёмов настройки моделей, используемых для моделирования многофазных потоков. Настройка программы и CFD-решателя. Выполнение расчётов. Вывод полученных результатов во встроенный обработчик в ANSYS Fluent.
- 9.4 Вывод результатов моделирования в обработчик CFD-Post. Основные возможности визуализации результатов задач с многофазным течением и построения отчётов в постпроцессоре ANSYS CFD-Post. Анализ полученных результатов.

## **Б1.В.ОД.3 Эффективность очистки дымовых газов**

*Целью освоения дисциплины* в настоящее время ориентирует науку и образование на обеспечение системы непрерывного экологического образования. Быстрое развитие промышленности привело к тому, что постепенно изменилась среда обитания человека, и ухудшилось качество воздуха. Поэтому необходимо направить все усилия на восстановление его качества. Цель преподавания курса состоит в том, чтобы подготовить специалистов, имеющих теоретические и практические знания по очистке от вредных веществ отходящих газов различных производств.

**Задачами освоения дисциплины являются** ознакомление с методами и средствами обеспечения чистоты воздушного бассейна. Студент, изучивший курс должен уметь правильно подобрать метод и оборудование для очистки от вредных веществ отходящих газов. Студент должен знать, какие процессы происходят при очистке, как происходит очистка в тех или иных аппаратах и как необходимо производить технологический расчет основного очистного оборудования. Задача изучения курса состоит в ознакомлении студентов с основными положениями по охране окружающей среды, с основными методами и оборудованием для обеспечения очистки атмосферных выбросов. Кроме того, студенты должны ознакомиться с основами расчета необходимой степени очистки газов, а также с расчетами оборудования для очистки выбросов. Обучение принципам проектирования систем очистки.

### ***Тематический план***

**1-й раздел:** Виды и источники загрязнения окружающей среды; методы оценки загрязнения атмосферы вредными веществами; предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ атмосферу; рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере. Методы очистки выбросов в атмосферу от газообразных загрязнителей;

**2-й раздел:** Антропогенное воздействие на атмосферу, недра и почвы; методы и средства снижения техногенного воздействия на ландшафт и почву; охрана растительных ресурсов; загрязнение окружающей среды при авариях; экологический риск; малоотходные технологии и ресурсосберегающие технологии.

**3-й раздел:** Структура и объекты контроля в системе производственного технологического мониторинга; обоснование проектных решений при размещении производственных объектов; оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС); экологический аудит; экологическая экспертиза; оценка экологического ущерба; плата за загрязнение окружающей среды.

**4-й раздел:** Приборы и аппараты для очистки дымовых газов



## **Б1.В.ОД.4 Исследование и анализ вторичных энергоресурсов**

### ***Цели и задачи дисциплины***

**Основной задачей курса** «Исследование и анализ вторичных энергоресурсов» является ознакомление студентов с технологиями и оборудованием, позволяющими экономить невозобновляемые запасы углеводородного топлива.

**Преподавание данного курса ставит своей целью** подготовку специалистов в области энергосбережения на предприятиях нефтегазового комплекса, а также в других отраслях промышленности в сочетании с защитой воздушного бассейна от загрязнения токсичными веществами с продуктами сгорания топлива.

### ***Тематический план***

1-й раздел: Экономия топлива за счет использования вторичных энергетических ресурсов

2-й раздел: Сжигание горючих вторичных энергетических ресурсов

3-й раздел: Термогазогенерация горючих вторичных энергетических ресурсов

4-й раздел: Биогазогенерация горючих вторичных энергетических ресурсов

5-й раздел: Термодинамический анализ систем утилизации тепловых энергетических ресурсов. Использование теплоты уходящих газов

6-й раздел: Использование среднепотенциальных тепловых энергоресурсов. Турбодетандерные установки

7-й раздел: Использование низкопотенциальных тепловых энергоресурсов

8-й раздел: Вторичные энергетические ресурсы избыточного давления

Курсовая работа

1-й раздел: Экономия топлива за счет использования вторичных энергетических ресурсов

2-й раздел: Сжигание горючих вторичных энергетических ресурсов

3-й раздел: Термогазогенерация горючих вторичных энергетических ресурсов

4-й раздел: Биогазогенерация горючих вторичных энергетических ресурсов

5-й раздел: Термодинамический анализ систем утилизации тепловых энергетических ресурсов. Использование теплоты уходящих газов

6-й раздел: Использование среднепотенциальных тепловых энергоресурсов. Турбодетандерные установки

8-й раздел: Вторичные энергетические ресурсы избыточного давления

## **Б1.В.ОД.5 Исследование и анализ свойств современных теплоизоляционных материалов**

### ***Целями освоения дисциплины являются:***

- подготовка специалистов, владеющих современными знаниями основ теплоснабжения, понятий и определений, используемых при инженерно-технических расчетах, ознакомление студентов с теплоизоляционными материалами, применяемыми в системах теплоснабжения, методами исследований свойств теплоизоляционных материалов, их составом, особенностями расчета, подбора и работы;
- получение знаний о современных программах расчета и подбора теплоизоляционных материалов.

### ***Задачами освоения дисциплины являются:***

- изучение современных требований к теплоизоляционным материалам;
- овладение стандартными программами и пакетами прикладных программ, а также методиками расчета теплоизоляционных материалов;
- изучение основ теплоснабжения, понятий и определений, используемых при инженерно-технических расчетах;
- изучение устройства городских и промышленных систем теплоснабжения, технико-экономических расчетов;
- ознакомление с современными методами строительства теплоизоляционных конструкций систем теплоснабжения;
- изучение и практическое применение инженерных методов проведения исследований теплофизических свойств теплоизоляционных материалов.

### ***Тематический план***

- 1. 1-й раздел (Теплоизоляционные материалы и их свойства).**
  - 1.1 Введение, основные понятия, термины и определения. Актуальность проблемы исследования свойств современных теплоизоляционных материалов.
  - 1.2 Назначение теплоизоляционных материалов.
  - 1.3 Требования к материалам и конструкциям тепловой изоляции.
  - 1.4 Классификация теплоизоляционных материалов. Неорганические теплоизоляционные материалы. Асбест и изделия из него. Свойства и назначение материала.
  - 1.5 Минеральная вата, стеклянная вата, базальтовая вата и изделия на ее основе. Свойства и назначение материала.
  - 1.6 Вспененные материалы: пеностекло, ППУ, ППМ, вспененный каучук.
  - 1.7 Диатомит и изделия на его основе. Вулканитовые изделия.
  - 1.8 Известково-кремнеземистые изделия, перлитовые изделия, совелитовые изделия, вермикулит.
  - 1.9 Органические теплоизоляционные материалы: торфяные, фибролитовые, древесноволокнистые плиты. Свойства и условия их применения.
- 2. 2-й раздел (Исследование и расчет показателей теплоизоляционных материалов)**
  - 2.1 Методы определения коэффициента теплопроводности различных теплоизоляционных материалов. Нормативная база.
  - 2.2 Приборные методы определения коэффициента теплопроводности различных теплоизоляционных материалов.
  - 2.3 Методы определения термического сопротивления различных теплоизоляционных материалов. Нормативная база. Приборы.
  - 2.4 Методы определения адгезии теплоизоляционных материалов. Нормативная база.

- 2.5 Метод определения санитарно-химических характеристик теплоизоляционных материалов. Нормативная база.
- 2.6. Методы определения водо-поглощения материала тепловой изоляции. Методы определения сопротивления паропроница-емости. Нормативная база.
- 2.7 Обработка и анализ результатов измерений. Погрешности. Составление отчета.
- 2.8. Методика расчета толщины тепловой изоляции по нормированной плотности теплового потока для различных способов прокладки трубопроводов
- 2.9 Методика расчета толщины тепловой изоляции по температуре на поверхности тепловой изоляции для различных способов прокладки трубопроводов
- 2.10 Методика расчета толщины тепловой изоляции по заданному падению температуры теплоносителя
- 2.11 Методика расчета толщины тепловой изоляции паропровода
- 2.12 Методика расчета потерь тепла через теплоизоляционную конструкцию
- 2.13 Методика расчета температурных полей

Подготовка к зачету в конце 2 семестра обучения

## **Б1.В.ДВ.1.1 Оценка ущерба от загрязнения воздушного бассейна**

*Целями освоения дисциплины являются* получение знаний студентами (магистрантами), используемых при инженерно-технических и экологических изысканиях в теплоэнергетике: условия и механизм образования загрязняющих веществ (ЗВ); технологии и установки, снижающие экологическую нагрузку, влияния эксплуатационных и конструктивных факторах, влияющих на концентрацию ЗВ в атмосферном воздухе; методики расчета ущерба от загрязнения окружающей среды.

*Задачами освоения дисциплины являются* изучение, анализ и практическое применение законов природопользования, накопления и ассимиляции ЗВ в окружающей среде, имеющих место в энергетических установках, понимать их физический смысл и уметь дать графическую интерпретацию процессов, применить эти знания при расчетах предотвращенного ущерба от выбросов ЗВ в атмосферу.

### ***Тематический план***

**Раздел 1.** Природопользование, экономический и социальный ущерб от загрязнения природной среды, основные загрязняющие компоненты).

Основные положения, нормативная база

**1.1.** Природопользование и экология. Экономика и задачи природопользования

**1.2.** Оптимизация средозащитных мероприятий.

**Раздел 2.** Оценка ущерба окружающей среде. Основные положения, нормативная база

**2.1.** Особенности определения экономического ущерба от загрязнений окружающей среды

**2.2.** Экономическая составляющая очистки от загрязнений

## **Б1.В.ДВ.1.2 Исследование эффективности утилизаторов теплоты**

*Целями освоения дисциплины являются:* обучение методам решения вопросов, проблем и задач, связанных с устройством и принципами действия утилизаторов, оценкой их эффективности.

*Задачами освоения дисциплины являются:* обучение решению технических и организационно-технологических задач применения утилизаторов теплоты.

### ***Тематический план***

#### **1-й раздел: Утилизаторы теплоты в теплоэнергетических системах**

1.1. Классификация и принцип действия утилизаторов теплоты в теплоэнергетических системах.

1.2. Расчетное обоснование применения утилизаторов теплоты, в том числе с использованием универсальных, специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

#### **2-й раздел: Использование натуральных, лабораторных и численных экспериментов при исследовании эффективности утилизаторов теплоты**

2.1. Использование натуральных экспериментов при исследовании эффективности утилизаторов теплоты

2.2. Физическое моделирование при исследовании эффективности утилизаторов теплоты

2.3. Использование численных экспериментов при исследовании эффективности утилизаторов теплоты

## **Б1.В.ДВ.2.1 Особенности ассимиляции выбросов загрязняющих веществ в атмосфере**

**Цели и задачи дисциплины:** подготовка специалиста в области расчёта и исследования процессов рассеивания и ассимиляции выбросов на основе современных стандартов качества окружающей среды (предельно-допустимых концентраций вредных веществ окружающей среды (ПДК), предельно-допустимых экологических нагрузок и т.д.), а также нормативов: предельно-допустимые выбросы вредных веществ в окружающую среду (ПДВ), регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. Студент получает навыки: расчета приземных концентраций загрязняющих веществ от источника выбросов ручным методом и с использованием ЭВМ с использованием программного комплекса УПРЗА «Эколог», определяя вещества, по которым необходимо вести расчеты по защите окружающей среды и концентрационных долей расчетного вещества в зависимости от направления воздействия; определения классификации предприятий в соответствии с санитарной классификацией и овладения навыками определения размера санитарно-защитной зоны (СЗЗ) в зависимости от направления ветра.

### **Тематический план**

#### **1-й раздел: (Введение. Воздействие загрязняющих веществ на биосферу)**

1.1. Вводные сведения. Природная среда обитания. Виды вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу. Основные проблемы, связанные с выбросом вредных веществ в атмосферу.

1.2. Литосфера, гидросфера, атмосфера как среда обитания. Источники загрязнения атмосферы. Оксиды серы и оксиды азота. Влияние оксидов серы и азота на экосистему, здоровье человека и животных.

#### **2-й раздел (Атмосфера, как объект охраны)**

2.1. Структура и состав атмосферы земли (тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера). Понятие устойчивости атмосферы. Физические характеристики атмосферы.

#### **3-й раздел (Основные понятия теории турбулентности и турбулентной диффузии)**

3.1. Основные характеристики атмосферы. Основные свойства «свободной атмосферы» и «пограничного слоя атмосферы».

3.2. Молекулярная и молярная диффузии. Основные понятия о степени турбулентности потока. Анизотропная и изотропная виды турбулентности.

#### **4-й раздел (Процессы турбулентной диффузии в стратифицированной атмосфере)**

4.1. Основные понятия о процессах турбулентной диффузии в стратифицированной атмосфере. Понятие температурной стратификации. Влияние сил Архимеда на движение потоков.

#### **5-й раздел (Гидродинамический и тепловой подъем струи выбросов. Опасная скорость ветра)**

5.1. Понятие «эффективная высота рассеивания». Гидродинамический подъем струи. Струя в сносящем ветровом потоке. Методы увеличения дальности струи. Понятие «факельный выброс». Влияние степени турбулентности потока на эффективность рассеивания.

#### **6-й раздел (Нормирование качества атмосферного воздуха)**

6.1. Основные направления по защите окружающей среды от антропогенного воздействия. Нормирование качества атмосферного воздуха. Понятие о предельно допустимых концентрациях (ПДК) и предельно допустимых выбросах (ПДВ). ПДК рабочей зоны, максимально разовая и среднесуточная.

6.2. Обзор классов опасности веществ. Показатели ориентировочно базового уровня воздействия (ОБУВ) вещества.

6.3. Понятие фоновой концентрации. Санитарно-защитные зоны. Классификация объектов по классам опасности. Понятие категории опасности предприятия (КОП).

### **7-й раздел (Классификация источников загрязнения воздушного бассейна. Валовые выбросы загрязняющих веществ)**

7.1. Классификация источников загрязнения. Выбросы при сжигании органического топлива.

### **8-й раздел (Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ)**

8.1. Основные цели рассеивания выбросов. Раздача расчёта. Определение концентраций в зависимости от расстояния источников выброса. Расчёт приземистых концентраций.

### **9-й раздел (Определение минимальной высоты источников выбросов и установление ПДВ)**

9.1. Определение минимальной высоты одиночного источника вентиляционного выброса с круглым устьем. Определение минимальной высоты одиночного источника технологического выброса с круглым устьем. Общие указания разработки нормативов ПДВ.

### **10-й раздел (Экологический контроль)**

10.1. Основные методы осуществления государственного экологического контроля. Инспекторские экологические проверки. Аналитический и камеральный контроль. Основные цели производственного экологического контроля. Мониторинг воздействия. Единая государственная система мониторинга окружающей среды и природных ресурсов.

## **Б1.В.ДВ.2.2 Анализ свойств рабочих жидкостей и газов тепловых энергоустановок**

### ***Целями освоения дисциплины являются:***

- приобретение студентами систематических знаний о свойствах жидкостей и газов тепловых энергоустановок;
- освоение методик расчетов тепловых энергоустановок с учётом свойств рабочих жидкостей и газов.

### ***Задачами освоения дисциплины являются:***

- усвоение методических основ дисциплины «Анализ свойств рабочих жидкостей и газов тепловых энергоустановок»;
- изучение принципов проектирования современных тепловых энергоустановок с учётом свойств рабочих жидкостей и газов.

### ***Тематический план***

#### **1-й раздел. Классификация современных рабочих жидкостей и газов тепловых энергоустановок.**

- 1.1. Свойства воды и водяного пара.
- 1.2. Свойства воздуха.
- 1.3. Свойства других жидкостей и газов.
  - 1.3.1. Свойства антифризов.
  - 1.3.2. Свойства жидкостей, используемых в тепловых насосах.
  - 1.3.3. Свойства горючих газов.

#### **2-й раздел. Основные принципы использования рабочих жидкостей и газов в тепловых энергоустановках.**

- 2.1. Аналитические методы расчета процессов изменения состояния рабочих жидкостей и газов в тепловых энергоустановках.
- 2.2. Инженерные методы расчета процессов изменения состояния рабочих жидкостей и газов в тепловых энергоустановках.

#### **3-й раздел. Оптимизация проектно-конструкторских решений тепловых энергоустановок с позиции применения рабочих жидкостей и газов.**

- 3.1. Применение численного моделирования при решении задач оптимизации.
- 3.2. Технико-экономическое обоснование целесообразности применения рабочих жидкостей и газов в тепловых энергоустановках.



## **Б1.В.ДВ.3.1 Оптимизация природоохранных мероприятий**

*Целями освоения дисциплины являются* подготовка специалиста в области экологических изысканий в теплоэнергетике на основании исследования термохимических процессов, условий и механизма образования загрязняющих веществ (ЗВ), влияния эксплуатационных и конструктивных факторов теплогенерирующего оборудования в отопительных, отопительно-производственных и производственных котельных, технологий и оборудования для снижения экологической нагрузки.

### *Задачами освоения дисциплины являются:*

- изучение принципов анализа и практического применения термохимических методов теплоэнергетических процессов;
- ознакомление студентов с современными направлениями в создании технологических схем, позволяющих оптимизировать природоохранные мероприятия;
- формирование у студентов практических навыков применения законов процессов горения, имеющих место в энергетических установках, понимания физического смысла процессов горения, умения создать графическую интерпретацию этих процессов с точки зрения оптимизации природоохранных мероприятий.

### *Тематический план*

- 1 Теоретические основы образования загрязняющих веществ (ЗВ), характеристика, и их влияние на человека и природу**
  - 1.1 Актуальность проблемы загрязнения воздушного бассейна
  - 1.2 Классификация и физико-химические свойства ЗВ от теплоэнергетических установок
  - 1.3 Анализ образования и эмиссии ЗВ при различных технологических процессах
  
- 2 Организация и проведение экспериментальных исследований по определению ЗВ и разработка эффективных мероприятий по охране природной среды**
  - 2.1 Организация и проведение экспериментальных исследований по анализу образования и определения концентраций ЗВ в продуктах сгорания. Приборное обеспечение экспериментов.
  - 2.2 Разработка эффективных мероприятий по охране природной среды в теплоэнергетике. Проблема парникового эффекта. Мониторинг атмосферы
  
- 3 Анализ эффективности методов борьбы с загрязнениями при сжигании твердых бытовых отходов (ТБО)**
  - 3.1 Оптимизация защиты атмосферы от выбросов твердых частиц и сажи при сжигании ТБО
  - 3.2 Оптимизация защиты атмосферы от выбросов оксидов углерода и канцерогенных веществ при сжигании ТБО
  - 3.3 Оптимизация защиты атмосферы от выбросов оксидов азота при сжигании ТБО
  - 3.4 Оптимизация защиты атмосферы от выбросов серы при сжигании ТБО
  - 3.5 Оптимизация защиты атмосферы от выбросов диоксинов и других канцерогенных веществ при сжигании различных ТБО
  
- 4 Технологические и экономические аспекты эффективного применения дегазации полигонов ТБО**
  - 4.1 Разработка проекта системы дегазации полигона ТБО
  - 4.2 Примеры проекта сбора газа и его утилизация
  - 4.3 Методика определения экономического ущерба от загрязнений окружающей среды

## **Б1.В.ДВ.3.2 Конструкции и схемы аппаратов по очистки дымовых газов**

*Целями освоения дисциплины являются* подготовка специалиста в области исследования, проектирования, строительства и эксплуатации аппаратов по очистки газовых сред, образующихся при сжигании органического топлива в отопительных, отопительно-производственных и производственных котельных.

*Задачами освоения дисциплины являются* передача студенту комплекса необходимых знаний по основам гравитационных, инерционных, электростатических и фильтрующих (через волокнистые, тканые, пористые и зернистые элементы) методов эффективной очистки аэрозолей, включая методы улавливания газообразных токсических выбросов путем абсорбции, адсорбции, десорбции, термического и каталитического обезвреживания; принципов действия и конструктивных особенностей высокоэффективных аппаратов; методов анализа для выбора рациональных методов, систем и аппаратов очистки с учетом технологических процессов и оборудования при обеспечении высокоэффективного коэффициента очистки и минимальных выбросов токсичных веществ в окружающую среду, а также комплекса знаний по «предпроектному» исследованию работы аэродинамических систем обеспыливающих аппаратов путём использования CAE-систем математического моделирования (ANSYS Fluent, STAR CCM+), применяющихся с целью прогнозирования протекания различных по характеру и временному течению гидро- и аэродинамических, тепловых, химических и др. видов процессов, необходимых с целью учёта при улучшении качества проектирования и эксплуатации котельных установок и ТЭЦ.

### *Тематический план*

#### **1-й раздел. Введение. Экологические проблемы охраны воздушного бассейна.**

- 1.1. Изучение перспектив развития энергетики, проблем экологии и экономики природоохранной деятельности.
- 1.2. Изучение нормативных требований к очистке продуктов сгорания котельных.
- 1.3. Изучение анализа влияния выбросов в атмосферу проектируемым промышленным объектом на окружающую среду. Размеры санитарно-защитной зоны.
- 1.4. Изучение очистки методами адсорбции, абсорбции. Изучение методов химического окисления вредных веществ, а также методов биологической и термической очистки газовых выбросов.

#### **2-й раздел. Технические средства охраны воздушного бассейна.**

- 2.1. Изучение назначения, принципа действия, конструктивных особенностей и характеристик обеспыливающих устройств сухого типа (циклонных аппаратов).
- 2.2. Расчет центробежных пылеуловителей.
- 2.3. Моделирование конструктивных особенностей камеры центробежных пылеуловителей при помощи программного комплекса ANSYS Fluent.



## **ФТД.1 Информационное моделирование в профессиональной сфере (ВІМ)**

### ***Цели изучения дисциплины:***

- ввести механизмы и приёмы технологии информационного моделирования (ВІМ) в учебный процесс;
- продемонстрировать важность взаимодействия между смежными дисциплинами на всех этапах работы над проектом;
- объяснить особенности (трудности) и важность внедрения современных инженерных инструментов в проектный процесс;
- научить основам автоматизации процессов проектирования при использовании современных инженерных инструментов;
- выработать у студентов навыки владения современными САПР-инструментами разных классов (архитектурные, инженерные, конструкторские, расчётные и пр.);
- сформировать комплексную картину используемых практик, технологий в ПГС;
- объяснить принципы и выработать навыки совместной работы над проектами в ПГС;
- обучить основам программирования и продемонстрировать ценность этих знаний на современном рынке ПГС.
- ознакомление студентов с пакетом визуального программирования Dynamo для Autodesk Revit;
- применение компьютерной графики при выполнении инженерных и творческих работ;

### ***Задачи изучения дисциплины:***

- выполнить проект общественного здания с использованием технологии информационного моделирования (ВІМ);
- выполнить макет проектируемого здания с привлечением 3D печати и лазерной резки;
- решить в рамках проекта расчётные задачи для разных дисциплин;
- проработать способы создания и использования в проекте сложных пространственных форм;
- автоматизировать рутинные процессы в ходе работы над проектом;
- организовать и поддерживать в ходе работы над проектом среду общих данных;
- обеспечить координацию и междисциплинарное взаимодействие в ходе работы над проектом;
- провести контроль и обеспечить качество информационных моделей проекта.
- овладение пакетом визуального программирования Dynamo на пользовательском уровне;
- содействие формированию мировоззрения и развитию системного мышления студентов.

### ***Тематический план***

- 1.1 Создание модели
- 1.2 Стадии, варианты, группы, сборки
- 1.3 Загрузка связанного файла Revit и привязка границ помещений.
- 1.4 Коллективная работа над проектом
- 1.5 Подготовка проектной документации

## **ФТД.2 Основы научно-профессиональной коммуникации**

### ***Цели изучения дисциплины:***

формирование и развитие у магистрантов языковой и речевой компетенций, необходимых для свободного пользования русским языком при решении актуальных задач профессионального характера, в том числе в сфере научно-делового общения.

### ***Задачи изучения дисциплины:***

- совершенствование владения русским языком в устной и письменной формах речи, развитие умений самостоятельно ориентироваться в коммуникативно-информационном пространстве, находить и перерабатывать необходимую для делового общения в профессиональной, в том числе научно-деловой сферах информацию на русском языке, - интерпретирование необходимой информации в деловых, в том числе научных целях в соответствии с решаемыми задачами и нормами русской речи

### ***Тематический план***

#### **1. Раздел 1**

- 1.1 Научный стиль как языковое воплощение профессиональной сферы существования человека.
- 1.2 Специфика научного знания и его воплощение в научном произведении.
- 1.3 Автор научного текста как субъект познания.
- 1.4 Специфика и принципы редактирования научного текста.
- 1.5 Устная форма научной речи. Понятие научной дискуссии. Правила ее ведения
- 1.6 Аспекты презентации законченной части диссертационного исследования (Введение).
- 1.7 Стратегии и тактики участников профессионально-делового диалогического общения.