

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-  
педагогической работе ДОННТУ



А.Б. Бирюков

2020 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В11 Основы проектирования систем и установок пыле-  
и газоочистки тепловых электрических станций**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
(код и наименование направления / специальности)

Магистерская программа: Тепловые электрические станции  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,0 (144)	4,0 (144)
Контактная работа (час.), в том числе:	55	20
лекции (час.)	17	6
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	34	8
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	57	94
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
индивидуальное задание (кол./час.)	1 / 9	1 / 9
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 36	Экзамен, 36

Донецк, 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)



## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает теоретические и практические основы проектирования систем и установок пыле- и газоочистки объектов теплоэнергетики.

Целью преподавания дисциплины является: совершенствование теоретической и практической подготовки магистрантов в вопросах проектирования систем и установок пыле- и газоочистки объектов теплоэнергетики.

Задачи дисциплины: формирование умения формулировать и решать практические задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности и требующие углубленных знаний по технологиям снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду; формирование целостного и хорошо структурированного представления о проблемах разработки и проектирования систем и установок пыле- и газоочистки объектов теплоэнергетики.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** основы технологических расчетов при проектировании оборудования пыле- и газоочистки объектов энергетики; методы расчета процессов и аппаратов пыле- и газоочистки при их проектировании; технологии, методы и способы улавливания пыли и очистки газов;

**уметь:** самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета аппаратов для пыле- и газоочистки и применять их для решения поставленной задачи; использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере; осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для пыле- и газоочистки объектов энергетики;

**владеть:** навыками разработки проектных решений, связанных с мероприятиями по предотвращению экологических нарушений и повышению экологической безопасности.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- Способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик оборудования, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов (ПК-1);

- Готовность к проведению технических расчетов по типовым методикам и проектам, технико-экономического анализа эффективности проектных решений, выбора и разработки нового теплоэнергетического и теплотехнического оборудования, систем и сетей (ПК-2);

- Способность к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства, соблюдению технологической дисциплины и методов организации труда в коллективе (ПК-3);

- Готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, энергетических сетей и систем (ПК-4);
- Способность к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства в энергоресурсах. (ПК-5);
- Готовность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности и современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах (ПК-7);
- Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания физической сущности процессов, протекающих в оборудовании тепловых электрических станций, в системах генерации, транспорта и потребления тепловой и электрической энергии (ПСК-1);
- Готовностью участвовать в опытно-промышленных испытаниях оборудования тепловых электрических станций, в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации оборудования с учетом экологических требований и безопасности эксплуатации (ПСК-2).

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

- «Современные технологии в топливно-энергетическом комплексе»;
- «Тепловые и атомные электрические станции и установки» («Паровые и газовые турбоустановки»).
- «Проектирование, монтаж, эксплуатация теплоэнергетического оборудования» («Проектирование, эксплуатация теплоэнергетического оборудования»).

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Методы оценки воздействия ТЭС на окружающую среду	5 / 6	1 / 1	0 / 0	2 / 0	2 / 5
Тема 2. Совершенствование режимов работы и структуры ТЭС и ТЭЦ на природном газе и жидком топливе	5 / 7	1 / 0	0 / 0	2 / 1	2 / 6
Тема 3. Физико-химические основы очистки газовых потоков	5 / 8	1 / 1	0 / 0	2 / 1	2 / 6
Тема 4. Физико-химические основы процессов очистки сточных вод	5 / 6	1 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 6
Тема 5. Теоретические основы защиты окружающей среды от вредных выбросов объектов энергетики и энергетических воздействий	5 / 6	1 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 6
Тема 6. Характеристики физического воздействия энергетического оборудования	5 / 9	1 / 2	0 / 0	2 / 1	2 / 6
Тема 7. Типовые решения по снижению факторов физического воздействия ПГУ-ТЭС	5 / 9	1 / 2	0 / 0	2 / 1	2 / 6
Тема 8. Характеристики аэрозольных выбросов в атмосферу ТЭС	5 / 6	1 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 6
Тема 9. Механическое пылеулавливание на ТЭС	5 / 7	1 / 0	0 / 0	2 / 1	2 / 6
Тема 10. Фильтрация аэрозолей на ТЭС	5 / 5	1 / 0	0 / 0	2 / 1	2 / 4
Тема 11. Мокрое пылеулавливание на ТЭС	7 / 5	1 / 0	0 / 0	2 / 1	4 / 4
Тема 12. Электрическая очистка газов от аэрозолей на ТЭС	7 / 4	1 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 4

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 13. Совершенствование процессов и аппаратов для пылеочистки	7 / 4	1 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 4
Тема 14. Классификация процессов и аппаратов для очистки газовых выбросов	7 / 4	1 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 4
Тема 15. Абсорбционная очистка газов	7 / 5	1 / 0	0 / 0	2 / 1	4 / 4
Тема 16. Конденсационная очистка газов и паров	7 / 4	1 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 4
Тема 17. Термокаталитическая очистка газовых выбросов	7 / 4	1 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 4
Индивидуальное задание	9 / 9				9 / 9
Курсовая работа (проект)	0 / 0				0 / 0
Итого по видам занятий	108 / 108	17 / 6	0 / 0	34 / 8	57 / 94
Контроль	36 / 36				
<b>ИТОГО</b>	<b>144 / 144</b>				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-1	Темы 1 – 17
ПК-2	Темы 7, 9-13
ПК-3	Темы 2, 13
ПК-4	Темы 2, 5, 7
ПК-5	Темы 2, 7
ПК-7	Темы 1, 2, 5
ПСК-1	Темы 1 - 4
ПСК-2	Темы 5 - 7

### 3.2 Лекции

#### Тема 1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Содержание темы 1:

Оценка воздействия на окружающую среду. Штрафы и платежи за вредные выбросы. Методы расчета рассеивания вредных выбросов. Методы расчета

рассеивания вредных выбросов на локальном уровне. Расчет рассеивания вредных выбросов на региональном уровне. Методы определения физического воздействия вредных выбросов на окружающую среду. Воздействие загрязнения атмосферы на окружающую среду. Применение функций «доза-эффект» для определения физического воздействия на здоровье населения. Воздействие вредных выбросов на здоровье населения.

Литература к теме 1: [\[1\]](#)

## **Тема 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И СТРУКТУРЫ ТЭС и ТЭЦ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ И ЖИДКОМ ТОПЛИВЕ**

Содержание темы 2:

Краткая характеристика газомазутной ТЭЦ. Энергетический экспресс-аудит ТЭЦ. Математическая модель газомазутной ТЭЦ. Малозатратные энергосберегающие проекты. Совершенствование ТЭЦ за счет строительства ПГУ. Экологический эффект совершенствования ТЭЦ.

Литература к теме 2: [\[1\]](#)

## **Тема 3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ**

Содержание темы 3:

Аэрозольные загрязнения. Движение частиц в потоке. Теория улавливания частиц. Очистка потока газа от аэрозольных частиц. Газообразные загрязняющие вещества. Методы очистки. Очистка отходящих газов от загрязняющих атмосферу газообразных компонентов и паров.

Литература к теме 3: [\[2\]](#)

## **Тема 4. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Содержание темы 4:

Нормирование и контроль качества воды в водоемах. Примесные выбросы от энергетических объектов на поверхность лито- и гидросферы. Характеристика загрязнителей и физико-химические показатели качества воды. Коагуляция коллоидных примесей воды. Известкование воды. Теория осаждения взвешенных частиц. Механизм задержания взвесей слоем зернистого материала. Принципы очистки сточных вод. Механическая очистка. Процеживание. Отстаивание. Фильтрование. Центрифугирование. Физико-химические методы очистки вод. Флотация. Адсорбционная очистка. Ионообменная очистка. Экстракция. Обратный осмос и ультрафильтрация. Десорбция летучих примесей. Методы дезодорации. Химические и электрохимические методы очистки вод. Нейтрализация сточных вод. Очистка вод коагуляцией и флокуляцией. Очистка вод окислителями и восстановителями. Анодное окисление и катодное восстановление. Электрокоагуляция. Электрофлотация. Электродиализ. Термические методы очистки сточных вод. Концентрирование сточных вод. Термоокислительные методы обезвреживания жидких отходов. Биохимические методы очистки сточных вод. Проблема безотходного водопользования на ТЭС и пути ее решения.

Литература к теме 4: [\[2\]](#)

## **Тема 5. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Содержание темы 5:

Взаимодействие энергоустановок с компонентами окружающей среды. Преобразование материальных ресурсов на предприятиях топливно-энергетического комплекса. Классификация и характеристики топлив. Топочные процессы и устройства. Продукты сгорания топлив. Теория образования сажи при сжигании мазута. Особенности горения водотопливных эмульсий. Технология приготовления водомазутных эмульсий. Основные пути снижения выбросов загрязнителей с продуктами сгорания. Оптимизация работы котельной. Снижение эмиссии загрязнителей за счет внедрения современных горелочных устройств. Влияние вида, качества и подготовки топлива на загрязнение воздушного бассейна. Очистка уходящих газов. Выбросы малых элементов. Возможности пылеулавливающего оборудования. Защита окружающей среды от энергетических воздействий.

Литература к теме 5: [\[2\]](#)

## **Тема 6. ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Содержание темы 6:

Шумовое воздействие как основной фактор физического воздействия ТЭС на окружающую среду. Газотурбинные установки. Тягодутьевые машины. Водогрейные котлы. Дросселирующая арматура. Градирни. Открытое распределительное устройство. Выбросы пара и газа в атмосферу. Паровые турбины. Паровые котлы. Углеразмольное оборудование. Насосы. Компрессорные установки. Расчет уровня шума на открытом воздухе. Показатели направленности от устья дымовых труб и воздухозаборов дутьевых вентиляторов. Затухание звука из-за звукопоглощения атмосферой. Затухание звука из-за влияния земли. Звукоотражение. Поправка на метеорологические условия. Затухание звука за счет дополнительных эффектов. Расчет уровней шума внутри помещений. Проникающий шум из помещений. Расчет санитарно-защитной зоны по факторам физического воздействия. Упрощенный метод расчета санитарно-защитной зоны. Размеры акустических санитарно-защитных зон. Общие подходы при размещении источников шума на территории предприятия с минимальной площадью санитарно-защитной зоны.

Литература к теме 6: [\[3\]](#)

## **Тема 7. ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ФАКТОРОВ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПГУ-ТЭС**

Содержание темы 7:

Глушители шума ГТУ. Глушители шума ПГУ и после котлов-утилизаторов. Глушители шума дымососов. Глушители шума дутьевых вентиляторов. Глушители водогрейных котлов. Глушители шума градирен. Экраны для снижения шума градирен и трансформаторов. Снижение вибрации энергетического оборудования с помощью вибровставок. Снижение распространения вибрации с помощью звукоизоляции трубопроводов. Глушители



шума от паровых выбросов. Методы защиты от электромагнитных полей. Комплексное снижение факторов физического воздействия от энергетического объекта.

Литература к теме 7: [\[3\]](#)

## **Тема 8. ХАРАКТЕРИСТИКИ АЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ТЭС**

Содержание темы 8:

Основные сведения о выбросах. Свойства аэрозольных выбросов. Классификация и характеристики методов и аппаратов для очистки от аэрозолей. Методы очистки выбросов от аэрозолей. Механизмы очистки аэрозолей. Классификация и условия применения аппаратов для очистки аэрозолей. Основные характеристики аппаратов для очистки аэрозолей.

Литература к теме 8: [\[4\]](#)

## **Тема 9. МЕХАНИЧЕСКОЕ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ НА ТЭС**

Содержание темы 9:

Пылеосадительные камеры. Циклонные осадители. Конструкции циклонов. Расчет циклонов. Вихревые пылеуловители.

Литература к теме 9: [\[4, 5\]](#)

## **Тема 10. ФИЛЬТРОВАНИЕ АЭРОЗОЛЕЙ НА ТЭС**

Содержание темы 10:

Волокнистые фильтры. Тканевые фильтры. Фильтровальные ткани. Рукавные фильтры. Расчет и выбор рукавных фильтров. Зернистые фильтры. Фильтры-туманоуловители.

Литература к теме 10: [\[4\]](#)

## **Тема 11. МОКРОЕ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ НА ТЭС**

Содержание темы 11:

Механизмы захвата частиц пыли жидкостью. Методы расчета мокрых пылеуловителей. Пылеулавливающие аппараты. Полые газопромыватели. Орошаемые циклоны с водяной пленкой. Пенные пылеуловители. Скрубберы с подвижной насадкой. Ударно-инерционные пылеуловители. Скоростные пылеуловители (скрубберы Вентури).

Литература к теме 11: [\[4, 5\]](#)

## **Тема 12. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ АЭРОЗОЛЕЙ НА ТЭС**

Содержание темы 12:

Принцип действия электрофильтров. Конструкции электрофильтров. Подбор и расчет электрофильтров.

Литература к теме 12: [\[4, 5\]](#)

## **Тема 13. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ ДЛЯ ПЫЛЕОЧИСТКИ**

Содержание темы 13:

Предварительная обработка аэрозолей. Специализация аппаратов и режимная интенсификация. Конструктивно-технологическое совершенствование. Многоступенчатая очистка.

Литература к теме 13: [\[4\]](#)

## **Тема 14. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ**

Содержание темы 14:

Классификация процессов и аппаратов для очистки газовых выбросов. Источники загрязнения атмосферы вредными газовыми выбросами.

Литература к теме 14: [\[4\]](#)

## **Тема 15. АБСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ**

Содержание темы 15:

Конструкции и принцип действия абсорберов. Насадочные абсорберы. Тарельчатые абсорберы. Распыливающие абсорберы. Методы расчета абсорберов. Равновесие, движущая сила и кинетика абсорбции. Материальный баланс и уравнение рабочей линии абсорбции. Расчет процессов массопередачи в абсорберах. Расчет хемосорбционных аппаратов. Расчет основных размеров абсорберов. Расчет насадочных абсорберов. Расчет тарельчатых абсорберов. Расчет распыливающих абсорберов. Десорбция загрязнителей из абсорбентов. Технология абсорбционной очистки промышленных выбросов.

Литература к теме 15: [\[4\]](#)

## **Тема 16. КОНДЕНСАЦИОННАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ И ПАРОВ**

Содержание темы 16:

Принцип конденсационной очистки. Типы и конструкции конденсаторов. Расчет конденсаторов.

Литература к теме 16: [\[4\]](#)

## **Тема 17. ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ**

Содержание темы 17:

Основы каталитической очистки газов. Устройство каталитических реакторов. Расчет каталитических реакторов. Технология каталитической очистки газов. Высокотемпературная обработка газовых выбросов. Установки термообезвреживания газовых выбросов. Принципы расчета установок термообезвреживания.

Литература к теме 17: [\[4\]](#)

### **3.3 Практические занятия**

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/ заочн.	Литература
1	Расчет допустимой, максимальной приземной концентрации вредных выбросов, предельно допустимого выброса (ПДВ) и предельно допустимого расхода топлива Контрольная работа №1	16 / 4	<a href="#">[5, 7]</a>
2	Расчет циклона	4 / 1	<a href="#">[5, 7]</a>
3	Расчет скруббера Вентури	6 / 1	<a href="#">[5, 7]</a>
4	Расчет рукавного фильтра	4 / 1	<a href="#">[5, 7]</a>

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/ заочн.	Литература
5	Расчет электрофильтра серии УГ Контрольная работа №2	4 / 1	[5, 7]
<b>ИТОГО:</b>		<b>34 / 8</b>	

### 3.4 Лабораторные работы

В учебном плане не запланировано.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн.
1	Изучение лекционного материала	20 / 40
2	Подготовка к практическим занятиям	28 / 45
3	Подготовка к лабораторным работам	- / -
4	Выполнение курсового проекта	- / -
5	Выполнение курсовой работы	- / -
6	Выполнение индивидуального задания	9 / 9
<b>ИТОГО:</b>		<b>57 / 94</b>

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано.

Учебным планом предусмотрено выполнение 1 индивидуального задания.

Задание на проектирование выдается руководителем работы, оно содержит необходимые исходные данные, задание и график выполнения.

Задание может соответствовать теме научно-исследовательской работы, выполняемой студентом (на примере конкретного технического предложения) или стандартным. Стандартным заданием является задание на проектирование систем и установок пыле- и газоочистки объектов энергетики.

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе ;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе в соответствии со списком, приведенном в рабочей программе дисциплины;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

### **Вопросы к экзамену:**

1. Воздействия энергетики на окружающую среду.
2. Основы природоохранного законодательства.
3. Нормативные методики расчета выбросов вредных веществ в атмосферу тепловыми электростанциями и котельными.
4. Золоулавливание и золоудаление.
5. Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов.
6. Контроль выбросов ТЭС, ТЭЦ и др. объектов теплоэнергетики.
7. Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере.
8. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС.
9. Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу.
10. Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки.
11. Газоочистка на АЭС.
12. Сжигание ископаемых топлив и вредные выбросы в окружающую среду.
13. Методы оценки воздействия на окружающую среду.
14. Совершенствование режимов работы и структуры ТЭЦ на природном газе и жидком топливе.
15. Физико-химические основы очистки газовых потоков.
16. Физико-химические основы процессов очистки сточных вод.



17. Теоретические основы защиты окружающей среды от вредных выбросов объектов энергетики и энергетических воздействий.
18. Характеристики физического воздействия энергетического оборудования.
19. Типовые решения по снижению факторов физического воздействия.
20. Характеристики аэрозольных выбросов в атмосферу.
21. Механическое пылеулавливание на ТЭС.
22. Фильтрация аэрозолей на ТЭС.
23. Мокрое пылеулавливание на ТЭС.
24. Электрическая очистка газов от аэрозолей на ТЭС.
25. Совершенствование процессов и аппаратов для пылеочистки.
26. Классификация процессов и аппаратов для очистки газовых выбросов.
27. Абсорбционная очистка газов на ТЭС.
28. Конденсационная очистка газов и паров на ТЭС.
29. Термокatalитическая очистка газовых выбросов на ТЭС.

### Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»	
Программа подготовки	магистратура <small>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</small>
Направление подготовки:	13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» <small>(код, название)</small>
Магистерская программа:	Тепловые электрические станции <small>(название)</small>
Семестр:	3 / 4
Учебная дисциплина:	Основы проектирования систем и установок пыле- и газоочистки тепловых электрических станций

### Экзаменационный билет №1

1. Воздействия энергетики на окружающую среду.
2. Мокрое пылеулавливание.
3. Расчет циклона для энергоблока 200 МВт работающего на углях марки АШ.

Утверждено на заседании кафедры	Промышленная теплоэнергетика <small>(наименование кафедры полностью)</small>
Протокол № от 20 г.	
Зав. кафедрой	Сафьянц С.М. <small>(подпись) (Ф.И.О.)</small>
Экзаменатор	Попов А.Л. <small>(подпись) (Ф.И.О.)</small>

### 4.3 Критерии оценивания

Оценивание знаний обучающихся выполняется путем суммирования количества баллов, полученных за текущее обучение, итоговый письменный

контроль по дисциплине и научную (самостоятельную) работу. Все формы контроля тесно взаимосвязаны и организованы таким образом, чтобы стимулировать у обучающихся эффективную научную (самостоятельную) работу в течение семестра и обеспечить объективное оценивание их знаний, полученных на протяжении всего периода изучения дисциплины.

## **I СТРУКТУРА ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ**

Оценивания знаний студентов и распределение баллов по соответствующим формам контроля осуществляется по следующим категориям.

### **1. Текущее оценивание обучающихся на занятиях**

Текущий контроль систематичности и активности работы студентов над изучением дисциплины определяется как сумма баллов, полученных в результате оценивания соответствующих форм контроля, к которым относятся: присутствие на занятиях (с наличием конспекта лекций), оценивание уровня подготовленности к занятиям, оценка за выполнение индивидуального задания (расчетного или учебно-исследовательского) в соответствии с таблицей 1.

Задачей текущего контроля является проверка понимания и усвоения учебного материала, умений самостоятельно прорабатывать учебный материал базового и углубленного уровней, способности осмыслить содержание темы или раздела дисциплины, приобретенных навыков выполнения расчетных заданий, умений публично и письменно представить результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль уровня знаний осуществляется в течение семестра.

Объекты текущего контроля:

- систематичность и активность работы на занятиях;
- качество выполнения заданий для самостоятельной проработки (домашних заданий);
- качество выполнения контрольных заданий.

Формами осуществления текущего контроля являются:

- устные опросы на лекциях и практических занятиях по контрольным программным вопросам текущей и предыдущих тем;
- миниконтрольные работы, которые проводятся в начале занятия;
- экспресс-тестирование по ключевым аспектам тем курса, которое может осуществляться в начале, в процессе или в конце занятия;
- оценка уровня выполнения письменных домашних заданий;
- проверка практических навыков решения проблем (задач), приобретенных студентами в процессе изучения дисциплины;
- оценка степени активности студентов и качества их выступлений и комментариев при проведении дискуссий на занятиях.

Оценке текущего обучения подлежит:

- присутствие студента на лекции или в случае его отсутствия по уважительным причинам наличие полного конспекта по пропущенной теме.

- оценивания знаний студентов на занятиях (миниконтрольные, тестовый опрос, устный опрос) с обязательным выставлением оценки на занятиях. Оценка фиксируется в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр». Миниконтрольные проводятся в начале занятия в течение 20 мин. (максимально), следующая часть занятия проводится в соответствии с планом рабочей программы.

## **2. Промежуточный письменный контроль**

Предусматривается проведение двух промежуточных письменных контрольных работ (№1 и №2) в виде контрольной, перечень вопросов которых охватывает по 50% содержательных тем, определенных рабочей программой. Каждый промежуточный контроль оценивается и в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр» выставляется соответствующее количество баллов (таблица 1).

При выполнении промежуточных контрольных работ оценке подлежат теоретические знания и практические навыки, которые приобрели студенты после изучения определенного тематического раздела.

В состав заданий конкретной промежуточной контрольной работы, согласно специфики специальности, потока, группы, уровня усвоения программного материала студентами, а также в зависимости от степени подготовленности и активности группы, продемонстрированных на предыдущих занятиях, могут, в разном количестве и соотношении, включаться:

- теоретические вопросы нормативного или проблемного характера;
- тестовые задания;
- графоаналитические задачи;
- творческие задания;
- аналитико-расчетные задачи.

Порядок и время проведения промежуточных контрольных работ определяется преподавателем.

Пересдача промежуточных контрольных работ до конца экзаменационной сессии с целью повышения оценки не разрешается.

## **3. Индивидуальное расчетное или учебно-исследовательское задание**

Элементом текущего оценивания знаний студентов является выполнение индивидуального расчетного или учебно-исследовательского задания, которое оценивается в соответствии с таблицей. Условия для индивидуального задания определяются преподавателем, который ведет лекционные занятия.

Объектами контроля являются:

- характер результатов, полученных в процессе выполнения заданий для самостоятельной работы (самостоятельная обработка тем в целом или отдельных вопросов) и озвученных на занятиях;
- уровень подготовки и презентации рефератов, докладов, сообщений, эссе и др.;

- качество подготовки конспектов учебных или научных текстов;
- качество выполнения задач расчетного, научно-исследовательского или прикладного характера.

Основными формами осуществления контроля являются:

- оценка качества выполнения письменных заданий самостоятельной проработки темы в целом или отдельных вопросов, конспектирование учебных и научных текстов;
- оценивание содержания, качества докладов, сообщений, рефератов, эссе и т.п.; проверка уровня проработки индивидуальных заданий расчетного, научно-исследовательского или прикладного характера;
- проверка соблюдения графика выполнения заданий.

#### **4. Научная работа**

Студенты, которые принимали активное участие в работе студенческого научного общества, представляли свои научные работы на конференциях или конкурсах по дисциплине или смежным дисциплинам (если таковые имели место в течение текущего семестра), имеют право дополнительно получить определенное количество баллов к общей оценке итогового контроля успеваемости.

#### **5. Итоговый контроль по дисциплине**

Итоговый контроль знаний студентов в соответствии с учебным планом осуществляется в виде экзамена.

Задачей экзамена является проверка понимания студентом программного материала в целом, логики и взаимосвязей между отдельными разделами, способности творчески использовать накопленные знания.

Объектом итогового контроля знаний являются результаты выполнения письменных и устных (при необходимости) экзаменационных задач.

Обязательным условием итогового контроля является то, что в случае завершения дисциплины формой контроля “экзамен” – количество баллов, полученных по результатам сдачи письменной экзаменационной работы, должно быть больше «0». Сдача экзамена в виде автоматического выставления оценки за текущее обучение как стимул регулярного и ритмичного обучения – не допускается.

При оценке результатов экзамена следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- **«27-30 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, **«27-30 баллов»** выставляется студенту, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета,

но и на дополнительные вопросы (при необходимости) в рамках основной программы дисциплины экзамена, правильно выполнившему практическое задание;

- **«21-26 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, **«21-26 баллов»** выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета правильно выполнившему практическое задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки;

- **«15-20 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, **«15-20 баллов»** выставляется студентам, допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины;

- **«1-14 баллов»** выставляется студенту обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, **«1-14 баллов»** ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, не ответившим на все вопросы билета и дополнительные вопросы, и неправильно выполнившим практическое задание. Неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления **«1-14 баллов»**.

**«0 баллов»** выставляется если студент:

- после начала экзамена отказался его сдавать;
- нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В случае получения **«0 баллов»** при сдаче экзамена итоговое количество баллов за дисциплину не может превышать **59 баллов**.

У обучающегося имеется возможность (при согласии лектора) отказаться от ранее набранного количества баллов. В этом случае итоговое оценивание осуществляется по результатам сдачи письменной работы на экзамене. Итоговое количество баллов в этом случае определяется пропорционально коэффициента «К», определяемого по формуле:

$$K = B_{\text{Экз.}}^T \cdot (B_{\text{ауд.}} + B_{\text{Экз.}} + B_{\text{пром.}}) / (B_{\text{Экз.}} + B_{\text{сам.}}),$$

где  $B_{\text{Экз.}}^T$  – фактическое количество баллов за письменную экзаменационную работу;



Б<sub>ауд.</sub> – максимальное количество баллов за аудиторные занятия;

Б<sub>Экз.</sub> – максимальное количество баллов за письменную экзаменационную работу;

Б<sub>пром.</sub> – максимальное количество баллов за промежуточный контроль;

Б<sub>сам.</sub> – максимальное количество баллов за самостоятельную работу.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить по каждому содержательному модулю при изучении предмета приведено в таблице 1 «Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета».

**Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета**

Вид деятельности	Количество баллов	
	Очная форма 3 сем.	Заочная форма 4 сем.
<b>Аудиторные занятия*<sup>1</sup>, в том числе:</b>	<b>0-60*<sup>1</sup></b>	<b>0-20*<sup>1</sup></b>
- работа на лекционных занятиях	0-30	0-10
- работа на практических (семинарских) занятиях	0-30	0-10
- работа на лабораторных занятиях	-	-
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>0-5</b>	<b>0-50</b>
- подготовка к аудиторным занятиям	-	-
- выполнение индивидуального задания	-	-
- ведение конспекта	0-5	0-50
<b>Проведение промежуточных контрольных работ, в том числе:</b>	<b>0-5</b>	<b>-</b>
- написание контрольной работы №1	0-2	-
- написание контрольной работы №2	0-3	-
<b>Форма промежуточной аттестации, в том числе:</b>	<b>0-30</b>	<b>0-30</b>
- зачет (подведение результатов работы)	-	-
- экзамен (письменная работа)	0-30	0-30
<b>Дополнительные баллы*<sup>2</sup></b>	<b>0-10*<sup>2</sup></b>	<b>0-10*<sup>2</sup></b>
<b>Итого</b>	<b>0-100</b>	<b>0-100</b>

**Примечание:**

1) Количество баллов за каждый содержательный раздел делится на следующие категории:

а) лекции:

- посещение занятий 50%;
- активность во время занятий 50%.

б) практические занятия:

- посещение занятий 50%;
- активность во время занятий 50%.

2) Дополнительно предусмотрено получения дополнительных баллов за творческий подход студентом при изучении дисциплины – максимальное количество баллов – 10 (Баллы не учитываются при получении общего суммарного количества баллов по другим видам работ более чем 100). Под творческим подходом подразумевается научная работа по направлению дисциплины (участие в олимпиадах, конкурсах, написание научных статей, выполнение индивидуальных творческих проектов и т.д.).

## II ИТОГОВАЯ СЕМЕСТРОВАЯ ОЦЕНКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Итоговая семестровая оценка по дисциплине по шкале ECTS и национальной выставляется на основании суммарного количества баллов, которые набрал студент в соответствии с таблицей «Шкала оценивания: национальная и ECTS».

### Шкала оценивания: национальная и ECTS

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка ECTS	Оценка по национальной шкале
90-100	<b>A</b>	отлично
80-89	<b>B</b>	хорошо
75-79	<b>C</b>	
70-74	<b>D</b>	удовлетворительно
60-69	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	неудовлетворительно с возможностью повторной сдачи
1-34	<b>F*</b> (смотри примечание)	неудовлетворительно с обязательным повторным изучением дисциплины
-1		не явился
-3		освобождение
-7		не допущен

**Примечание:** \* - оценка F выставляется только при сдаче экзамена (итогового семестрового модульного контроля) комиссии.

### 4.4 Пример текущего опроса на практических занятиях

**На примере темы «Расчет высоты дымовой трубы»:**

- 1) Особенности расчёта высоты дымовой трубы.
- 2) Особенности выбора диаметра устья дымовой трубы.
- 3) Особенности расчёта концентрации вредных веществ.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

## 4.5 Курсовое проектирование

*Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано.*

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I Основная литература*

1. Экологическая безопасность и энергетическая эффективность промышленных теплоэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Теплоэнергетика и теплотехника" / И. А. Султангузин ; И.А. Султангузин. - 32 Мб. - Москва : Изд-во МЭИ, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9486.pdf>

2. Кулагина, Т. А. Теоретические основы защиты окружающей среды : учебное пособие / Т. А. Кулагина, Л. В. Кулагина. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 364 с. — ISBN 978-5-7638-3678-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84150.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### *II Дополнительная литература*

3. Факторы физического воздействия ТЭС на окружающую среду [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. Б. Тупов ; В.Б. Тупов. - 6 Мб. - Москва : МЭИ, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9484.pdf>

4. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд. — Москва : Инфра-Инженерия, 2019. — 416 с. — ISBN 978-5-9729-0249-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86590.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Сухая очистка газов от пыли. Примеры расчета аппаратов : учебное пособие / . — Саратов : Вузовское образование, 2016. — 38 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/52013.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Установки очистных сточных вод и промышленных газов [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" (профиль "Промышленная теплоэнергетика") всех форм обучения / Е. Г. Казакова, Т. Л. Леканова ; Е.Г. Казакова, Т.Л. Леканова ; отв. ред. В.А. Демин ; ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербург. гос. лесотехнический ун-т им. С.М. Кирова", Сыктывкар. лесной ин-т (филиал), Каф. теплотехники и

гидравлики. - 3 Мб. - Сыктывкар : СЛИ, 2014. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/17/cd7934.pdf>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

7. Методические указания к выполнению практических и контрольных работ по дисциплинам «Основы проектирования систем и установок пыле- и газоочистки объектов энергетики» и «Основы проектирования систем и установок пыле- и газоочистки тепловых электрических станций» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Ю. А. Боев, Е. К. Сафонова, Д. Л. Безбородов, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/22\\_b1v11\\_p\\_opspigoe\\_12.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/22_b1v11_p_opspigoe_12.pdf)

8. Методические указания к выполнению индивидуальной работы по дисциплине «Основы проектирования систем и установок пыле- и газоочистки объектов энергетики» и «Основы проектирования систем и установок пыле- и газоочистки тепловых электрических станций» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Ю. А. Боев, Е. К. Сафонова, Д. Л. Безбородов, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/22\\_b1v11\\_r\\_opspigoe\\_12.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/22_b1v11_r_opspigoe_12.pdf)

9. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Основы проектирования систем и установок пыле- и газоочистки тепловых электрических станций» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Ю. А. Боев, Е. К. Сафонова, Д. Л. Безбородов, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/22\\_b1v11\\_s\\_opspigoe\\_2\\_0.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/22_b1v11_s_opspigoe_2_0.pdf)

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

Портал по энергосбережению «Энергосовет» - <http://www.energosovet.ru/>.

Электронная библиотека учебников: скачать учебники, лекции, доклады, монографии - <http://studentam.net>.

Электронно-библиотечная система IPRbooks / Каталог книг - <http://www.iprbookshop.ru/586.html>.

### **7.1 Лекционные и практические занятия:**

Учебная аудитория (лаборатория энергоаудита) №4006 учебный корпус 4 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкаф; мультимедийное оборудование: переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиокolonки F&D, аудиокolonки Teac 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: комплект переносного оборудования (газоанализатор MAK-2000M; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3a, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПиR-632, шумомер DB 100, прибор multifunctional AMI 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 H=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

### **7.2 Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.