

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.В3 Оценка воздействия объектов генерации тепловой и
электрической энергии на окружающую среду**
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

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

Магистерская программа: Энергетический менеджмент
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	1
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,0 (144)	4,0 (144)
Контактная работа (час.), в том числе:	64	22
лекции (час.)	30	6
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	30	10
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	48	92
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 существующие современные технологии, применяемые в топливно-энергетическом комплексе, для оценки воздействия на окружающую среду.

Целью преподавания дисциплины является: изучение процессов образования вредных веществ, сточных вод, физических воздействий и технологий их снижения на энергетических объектах.

Задачи дисциплины: получение практических знаний по воздействию энергетических объектов на окружающую среду и по технологиям, позволяющим снизить это воздействие; умение выполнять расчеты по определению вредных выбросов, сточных вод и физических воздействий ТЭС; умение проводить расчеты по выбору параметров природоохранных установок и по определению их эффективности.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основные источники научно-технической информации по природоохранным технологиям и по оборудованию в энергетической отрасли; нормативные методики расчета выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере; технологии очистки дымовых газов, сточных вод и снижения физического воздействия энергетического оборудования;

уметь: самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; использовать программы расчетов выбросов вредных веществ и их рассеивания в атмосфере, программы расчета распространения шума; осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду;

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);

- Готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, энергетических сетей и систем (ПК-4);

- 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);

- Способность к разработке мероприятий по профилактике производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращению экологических нарушений. (ПК-9);

- Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания физической сущности работы энергетического оборудования, систем транспорта энергетических ресурсов с целью разработки мероприятий по повышению энергетической эффективности. (ПСК-1);

- Готовность оценить структуру потребления энергоресурсов и выявить нерациональные потери энергии в ходе технологического процесса; предложить меры по совершенствованию системы потребления, производства и распределения энергоресурсов на предприятии. (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, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»:

- «Мониторинг окружающей среды»;
- «Технологии генерации электрической и тепловой энергии».
- «Экология».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при:

- изучении дисциплины «Теория и практика проведения энергетических обследований»;
- изучении дисциплины «Управление энергоиспользованием и энергосбережение в теплотехнологии»;
- прохождении производственной практики: научно исследовательская работа.
- 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. Сжигание ископаемых топлив и вредные выбросы в окружающую среду	6 / 6	2 / 1	0 / 0	2 / 2	2 / 3
Тема 2. Методы расчета рассеивания вредных выбросов	5 / 7	1 / 0	0 / 0	2 / 1	2 / 6
Тема 3. Методы определения физического воздействия вредных выбросов на окружающую среду	6 / 8	2 / 1	0 / 0	2 / 1	2 / 6
Тема 4. Методы экономической оценки воздействия вредных выбросов на окружающую среду	6 / 6	2 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 6
Тема 5. Основные характеристики факторов физического воздействия	6 / 6	2 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 6
Тема 6. Нормирование факторов физического воздействия	4 / 9	1 / 2	0 / 0	1 / 1	2 / 6
Тема 7. Характеристики физического воздействия энергетического оборудования	6 / 9	2 / 2	0 / 0	2 / 1	2 / 6
Тема 8. Расчет уровня шума от энергетических объектов	4 / 6	1 / 0	0 / 0	1 / 0	2 / 6
Тема 9. Постановка задачи оптимизации системы энергоснабжения городов и регионов	4 / 7	1 / 0	0 / 0	1 / 1	2 / 6
Тема 10. Совершенствование режимов работы и структуры ТЭЦ на природном газе и жидком топливе	6 / 5	2 / 0	0 / 0	2 / 1	2 / 4
Тема 11. Развитие системы энергоснабжения города на основе сравнения различных топливных циклов	5 / 5	2 / 0	0 / 0	1 / 1	2 / 4

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 12. Совершенствование энерготехнологических систем металлургических комбинатов	6 / 4	2 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 4
Тема 13. Экологичные хладагенты нового поколения для тепловых насосов	6 / 4	2 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 4
Тема 14. Экологические аспекты применения тепловых насосов в промышленных теплоэнергетических системах	6 / 4	2 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 4
Тема 15. Конструкции энергоустановок возобновляемых источников энергии и особенности экологического воздействия	7 / 5	2 / 0	0 / 0	2 / 1	3 / 4
Тема 16. Оценка жизненного цикла возобновляемых источников энергии	8 / 4	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 4
Тема 17. Теоретические основы очистки сточных вод	8 / 4	2 / 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	30 / 6	0 / 0	30 / 10	48 / 92
Контроль	36 / 36				
ИТОГО	144 / 144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-1	Темы 1 – 17
ПК-2	Темы 2 – 4, 8
ПК-4	Темы 9 – 12
ПК-7	Темы 9, 10, 16
ПК-9	Темы 5, 6
ПСК-1	Темы 1, 9
ПСК-2	Темы 12, 15

3.2 Лекции

Тема 1. СЖИГАНИЕ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ И ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Содержание темы 1:

Сжигание ископаемых топлив. Вредные выбросы в атмосферу. Оценка воздействия на окружающую среду. Штрафы и платежи за вредные выбросы.

Литература к теме 1: [\[1\]](#)

Тема 2. МЕТОДЫ РАСЧЕТА РАССЕЙВАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ

Содержание темы 2:

Методы расчета рассеивания вредных выбросов на локальном уровне. Расчет рассеивания вредных выбросов на региональном уровне.

Литература к теме 2: [\[1\]](#)

Тема 3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Содержание темы 3:

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 3: [\[1\]](#)

Тема 4. МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Содержание темы 4:

Различные подходы к экономической оценке воздействия вредных выбросов на окружающую среду. Оценка стоимости среднестатистической жизни. Оценка воздействия вредных выбросов на здоровье населения по методике сокращения жизни. Оценка воздействия вредных выбросов на глобальное потепление.

Литература к теме 4: [\[1\]](#)

Тема 5. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАКТОРОВ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Содержание темы 5:

Факторы физического воздействия. Основные понятия и характеристики шума. Основные понятия и характеристики вибрации. Основные понятия и характеристики электромагнитного излучения. Аппаратура для измерения шума, вибрации и электромагнитного излучения. Определение шумовых характеристик оборудования. Определение погрешности виброакустических измерений.

Литература к теме 5: [\[2\]](#)

Тема 6. НОРМИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Содержание темы 6:

Действие шума на человека. Действие вибрации на человека. Действие электромагнитного излучения на человека. Нормирование шума, вибрации и электромагнитного излучения. Действующие нормы по шуму, вибрации и

электромагнитному излучению. Средства индивидуальной защиты от факторов физического воздействия.

Литература к теме 6: [\[2\]](#)

Тема 7. ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Содержание темы 7:

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.

Литература к теме 7: [\[2\]](#)

Тема 8. РАСЧЕТ УРОВНЯ ШУМА ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Содержание темы 8:

Особенности расчета 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 8: [\[2\]](#)

Тема 9. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ И РЕГИОНОВ

Содержание темы 9:

Энергетические и экологические характеристики энергетических технологий на различных топливных циклах. Проблема обновления энергетического оборудования и постановка задачи оптимизации энергоснабжения региона.

Литература к теме 9: [\[1\]](#)

Тема 10. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И СТРУКТУРЫ ТЭЦ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ И ЖИДКОМ ТОПЛИВЕ

Содержание темы 10:

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

Литература к теме 10: [\[1\]](#)

Тема 11. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА НА ОСНОВЕ СРАВНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЦИКЛОВ

Содержание темы 11:

Проблема развития энергоснабжения города на основе сравнения различных топливных циклов. Газификация низкосортного угля, отходов и биомассы. Вариант ТЭС на буром угле. Перспективы развития региона с увеличением тепловых нагрузок. Экологические характеристики вариантов производства тепловой и электрической энергии различными технологиями. Оценка воздействия вредных выбросов для различных энергетических технологий на окружающую среду. Оптимизация системы энергоснабжения региона на основе оценки воздействия на окружающую среду.

Литература к теме 11: [\[1\]](#)

Тема 12. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМБИНАТОВ

Содержание темы 12:

Оценка воздействия вредных выбросов в окружающую среду от усредненного металлургического комбината. Снижение энергопотребления и вредного воздействия на окружающую среду выбросов коксохимического и сталеплавильного производств при их оптимизации.

Литература к теме 12: [\[1\]](#)

Тема 13. ЭКОЛОГИЧНЫЕ ХЛАДАГЕНТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Содержание темы 13:

Оценка перспектив использования хладагентов переходного и нового поколений. Проблема применения в тепловых насосах хладагентов, не влияющих на глобальное потепление. Прогнозирование критических параметров фтористых олефинов как потенциальных экологичных хладагентов для тепловых насосов. Прогнозирование термодинамических свойств новых хладагентов для теплового насоса.

Литература к теме 13: [\[1\]](#)

Тема 14. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Содержание темы 14:

Применение высокотемпературных тепловых насосов для совершенствования систем теплоснабжения городов. Применение тепловых насосов в системе теплоснабжения промышленного предприятия. Энергетическая и экологическая эффективности использования природного газа в системах теплоснабжения с тепловыми насосами. Сравнение высокотемпературных тепловых насосов при работе на хладагентах 4-го поколения.

Литература к теме 14: [\[1\]](#)

Тема 15. КОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГОУСТАНОВОК ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Содержание темы 15:

Ветровая энергетика. Малая гидроэнергетика. Солнечная энергетика. Биоэнергетика. Топливные элементы. Оценка загрязнения атмосферного воздуха при сжигании биогаза. Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферный воздух. Краткая характеристика физико-географических и климатических условий района строительства источников энергии. Нормирование загрязняющих веществ, содержащихся в атмосфере. Исследование влияния на окружающую среду источников энергии на биотопливе.

Литература к теме 15: [3]

Тема 16. ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Содержание темы 16:

Понятие жизненного цикла возобновляемых источников энергии. Расчет расхода электроэнергии. Расчет потребления природных ресурсов. Расчет эмиссии парниковых газов при оценке жизненного цикла возобновляемых источников энергии.

Литература к теме 16: [3]

Тема 17. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Содержание темы 17:

Механическая очистка. Фильтрация. Теоретические основы фильтрации. Мембранные методы разделения. Модели селективной проницаемости мембран. Микробиологические процессы в очистке сточных вод. Процессы метаболизма. Вода и клеточный метаболизм. Вода — среда для жизни микроорганизмов. Питательные вещества. Загрязнение воды. Биологическое загрязнение воды. Оценка степени загрязнения воды органическими веществами.

Литература к теме 17: [4]

3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/ заочн.	Литература
1	Расчет параметров основных устройств очистки газов от твердых частиц (4 занятия)	12 / 4	[5]
2	Расчет высоты дымовой трубы Контрольная работа №1	4 / 2	[5]
3	Расчет допустимой, максимальной приземной концентрации вредных выбросов, предельно допустимого выброса (ПДВ) и предельно допустимого расхода топлива	6 / 2	[5]
4	Оценка экономического и экологического ущерба окружающей среде	4 / 1	[5]
5	Расчет параметров систем охлаждения ТЭС Контрольная работа №2	4 / 1	[5]
ИТОГО:		30 / 10	

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	19 / 43
3	Подготовка к лабораторным работам	- / -
4	Выполнение курсового проекта	- / -
5	Выполнение курсовой работы	- / -
6	Выполнение индивидуального задания	9 / 9
ИТОГО:		48 / 92

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 расчёт выбросов загрязняющих веществ топливоиспользующим объектом с заданными характеристиками и экономический ущерб от загрязнения.

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 расчета рассеивания вредных выбросов.
14. Методы определения физического воздействия вредных выбросов на окружающую среду.
15. Методы экономической оценки воздействия вредных выбросов на окружающую среду.
16. Основные характеристики факторов физического воздействия.
17. Нормирование факторов физического воздействия.
18. Характеристики физического воздействия энергетического оборудования.
19. Расчет уровня шума от энергетических объектов.

20. Постановка задачи оптимизации системы энергоснабжения городов и регионов.
21. Совершенствование режимов работы и структуры ТЭЦ на природном газе и жидком топливе.
22. Развитие системы энергоснабжения города на основе сравнения различных топливных циклов.
23. Совершенствование энерготехнологических систем металлургических комбинатов.
24. Экологичные хладагенты нового поколения для тепловых насосов.
25. Экологические аспекты применения тепловых насосов в промышленных теплоэнергетических системах.
26. Конструкции энергоустановок возобновляемых источников энергии и особенности экологического воздействия.
27. Оценка жизненного цикла возобновляемых источников энергии.
28. Теоретические основы очистки сточных вод.

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:	Энергетический менеджмент <small>(название)</small>
Семестр:	1 / 1
Учебная дисциплина:	Оценка воздействия объектов генерации тепловой и электрической энергии на окружающую среду

Экзаменационный билет №1

1. Воздействия энергетики на окружающую среду.
2. Физические воздействия ТЭС и АЭС на биосферу.
3. Расчет высоты дымовой трубы для энергоблока 200 МВт.

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

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 подлежат:

- 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;

$B_{\text{ауд.}}$ – максимальное количество баллов за аудиторные занятия;

$B_{\text{Экз.}}$ – максимальное количество баллов за письменную экзаменационную работу;

$B_{\text{пром.}}$ – максимальное количество баллов за промежуточный контроль;

$B_{\text{сам.}}$ – максимальное количество баллов за самостоятельную работу.

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

Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета

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

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	A	отлично
80-89	B	хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	удовлетворительно
35-59	FX	неудовлетворительно с возможностью повторной сдачи
1-34	F* (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. 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>

II Дополнительная литература

3. Экологическая оценка возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г. В. Пачурин [и др.] ; Г.В. Пачурин, Е.Н. Соснина, О.В. Маслеева, Е.В.Крюков ; под общ. ред. Г.В. Пачурина. - 5 Мб. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2016. - 1 файл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9485.pdf>

4. Теоретические основы охраны окружающей среды [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавров и магистров по направлениям "Технология и проектирование текстильных изделий" / В. А. Волков ; В.А. Волков. - 2 Мб. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2015. - 1 файл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9489.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5. Методические указания к выполнению практических и контрольных работ по дисциплине «Оценка воздействия объектов генерации тепловой и электрической энергии на окружающую среду» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции», «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Д. Л.

Безбородов, Е. К. Сафонова, Ю. А. Боев, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/21_b1v11_p_ovogtieenos_123.pdf

6. Методические указания к выполнению индивидуальной работы по дисциплинам «Оценка воздействия объектов генерации тепловой и электрической энергии на окружающую среду» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Ю. А. Боев, Е. К. Сафонова, Д. Л. Безбородов, Н. М. Левшова – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/09_b1v3_r_ovogtiee_3_0.pdf

7. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Оценка воздействия объектов генерации тепловой и электрической энергии на окружающую среду» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции», «Энергетический менеджмент») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: А. Л. Попов, Д. Л. Безбородов, Е. К. Сафонова, Ю. А. Боев, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/21_b1v11_s_ovogtieenos_123.pdf

Электронно-информационные ресурсы

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

Портал по энергосбережению «Энергосовет» - <http://www.energosoвет.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 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. 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 МАК-2000М; 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 ЭПiR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМІ 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).

2. Учебная аудитория (лаборатория энергоаудита) №4005 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; 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)), аудиоколонки F&D, аудиоколонки Teac 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: комплект переносного оборудования (газоанализатор МАК-2000М; 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 ЭПiR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМІ 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).

3. 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.