

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов
(ФИО)

(подпись)

« 31 » 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.08 Тепловые и атомные электрические станции и установки

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

| | |
|---------------------------|--|
| Направление подготовки: | 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (код и наименование подготовки / специальности) |
| Направленность (профиль): | Теплоэнергетика (наименование направленности (профиля) / специализации) |
| Программа: | Магистратура (бакалавриат, магистратура, специалитет) |
| Форма обучения: | Очная, заочная (очная, заочная, очно-заочная) |


| Форма обучения: | Очная | Заочная |
|---|-------------|-------------|
| Семестр(ы) | 1 | 2 |
| Общая трудоёмкость в з.е./часах | 4 / 144 | 4 / 144 |
| Контактная работа (час.), в том числе: | 57 | 14 |
| Лекции (час.) | 17 | 2 |
| Лабораторные работы (час.) | - | - |
| Практические (семинарские) занятия (час.) | 34 | 4 |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 51 | 94 |
| Курсовой проект (работа) (семестр/час.) | 2/ 27 | 2/ 27 |
| Контроль (экзамен, час./зачёт) | экзамен, 36 | экзамен, 36 |

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Тепловые и атомные электрические станции и установки» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (Направленность (профиль) – Теплоэнергетика) для 2023 года приёма по очной, заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры "Промышленная теплоэнергетика", к.т.н., доцент


(подпись)

И.Н. Салмаш

Старший преподаватель кафедры "Промышленная теплоэнергетика"


(подпись)

Д.Л. Безбородов

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

Протокол от «15» 03 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой


(подпись)

С.М. Сафьянц
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУ ВПО "ДОННТУ" по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Протокол от «15» 03 2023 года № 7

Председатель


(подпись)

С.М. Сафьянц
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

Протокол от « » _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы производства электрической и тепловой энергии на тепловых и атомных электрических станциях; пути повышения эффективности работы оборудования и показатели его эффективной работы.

Целью преподавания дисциплины является: изучение технологии производства электроэнергии и тепла на тепловых и атомных электростанциях.

Задачи дисциплины: дать информацию о применяемом на ТЭС и АЭС оборудовании и систем, методах их расчета и проектирования; научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании и эксплуатации ТЭС, АЭС и установок; дать информацию о надежности и экономичности тепломеханического и вспомогательного оборудования и общестанционных систем и их влияния на экономичность, и надежность работы ТЭС, АЭС и установок.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основные источники научно-технической информации по оборудованию, системам и технологическим решениям тепловых и атомных электро-станций; основные конструктивные характеристики тепломеханического и вспомогательного оборудования и систем ТЭС, АЭС и установок; методы расчета тепловых схем ТЭС, АЭС и установок, условия их эксплуатации; требования к установкам, производящим тепло и электроэнергию;

уметь: выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование, системы и технологические решения ТЭС, АЭС и установок; определять показатели тепловой и общей экономичности ТЭС, АЭС и установок; использовать программы расчетов характеристик оборудования; анализировать информацию о новых разработках оборудования и систем ТЭС, АЭС и установок, методах расчета.

владеть: навыками расчета показателей тепловой и общей экономичности тепловых и атомных электрических станций и установок.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

- УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

- ПК-1 - Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания процессов в машинах и аппаратах теплотехнического оборудования, системах генерации, транспорта и потребления тепла и технологических энергоносителей.

- ПК-2 - Готовностью участвовать в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации теплоэнергетического и теплотехнического оборудования, проводить техническое обоснование принимаемых решений с учетом экологических требований.

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».

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

- изучении дисциплины «Проектирование, монтаж, эксплуатация теплоэнергетического оборудования»;
- 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. Энергетика и тепловые электростанции | 6 / 6 | 2 / 0,5 | - / - | 2 / 0 | 2 / 5,5 |
| Тема 2. Основные определения | 5 / 6 | 1 / 0,5 | - / - | 2 / 0 | 2 / 5,5 |
| Тема 3. Тепловые электростанции | 5 / 4 | 1 / 0 | - / - | 2 / 0 | 2 / 4 |
| Тема 4. КЭС и их тепловая экономичность. Расходы пара, тепла и топлива | 5 / 4 | 1 / 0 | - / - | 2 / 0 | 2 / 4 |
| Тема 5. ТЭЦ и их тепловая экономичность | 5 / 4 | 1 / 0 | - / - | 2 / 0 | 2 / 4 |
| Тема 6. Энергетические показатели конденсационной атомной электрической станции | 5 / 7 | 1 / 0,5 | - / - | 2 / 1 | 2 / 5,5 |
| Тема 7. Начальные и конечные параметры пара КЭС и их влияние на экономичность | 5 / 6 | 1 / 0,5 | - / - | 2 / 1 | 2 / 4,5 |
| Тема 8. Регенеративный | 7 / 5 | 1 / 0 | - / - | 4 / 0,5 | 2 / 4,5 |

| Наименование тем (содержательных модулей) | Количество часов (очная / заочная форма) | | | | |
|--|---|-------------|--------|---------------------|---------|
| | Всего | В том числе | | | |
| | | Лекции | Лабор. | Практ. (Семина.) | СР |
| подогрев питательной воды | | | | | |
| Тема 9. Потери пара и конденсата и их восполнение | 7 / 4 | 1 / 0 | - / - | 4 / 0 | 2 / 4 |
| Тема 10. Отпуск тепла с паром и горячей водой внешним потребителям | 4 / 5 | 1 / 0 | - / - | 2 / 0,5 | 1 / 4,5 |
| Тема 11. Принципиальная тепловая схема электростанции и ее расчет | 4 / 4 | 1 / 0 | - / - | 2 / 0 | 1 / 4 |
| Тема 12. Компоновка тепловых электростанций | 4 / 4 | 1 / 0 | - / - | 2 / 0 | 1 / 4 |
| Тема 13. Генеральные планы и компоновки АЭС | 4 / 5 | 1 / 0 | - / - | 2 / 0,5 | 1 / 4,5 |
| Тема 14. Топливное хозяйство электростанций | 4 / 4 | 1 / 0 | - / - | 2 / 0 | 1 / 4 |
| Тема 15. Парогенераторы ТЭС | 5 / 5 | 2 / 0 | - / - | 2 / 0,5 | 1 / 4,5 |
| Контактная работа (дополнительная) | 6 / 8 | - / - | - / - | - / - | - / - |
| Курсовая работа (проект) | 27 / 27 | - / - | - / - | - / - | - / - |
| Итого по видам занятий | 108 / 108 | 17 / 2 | 0 / 0 | 34 / 4 | 24 / 67 |
| Контроль | 36 / 36 | | | | |
| ИТОГО | 144 / 144 | | | | |

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции |
|-------------|--|
| УК-1 | Темы 1 – 15 |
| УК-2 | Темы 6, 7, 11 |
| ПК-1 | Темы 11, 13 |
| ПК-2 | Темы 4, 5, 6, 11 |

3.2 Лекции

Тема 1. ЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Содержание темы 1:

Энергетика, проблемы и перспективы ее развития в современных условиях. Принципиальная технологическая схема электростанции. Классификация тепловых электростанций.

Литература к теме 1: [[1](#), [2](#)]

Тема 2. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Содержание темы 2:

Типы тепловых и атомных станций. Обеспечение безопасности АЭС и ТЭС. Организации, осуществляющие надзор за безопасным ведением работ. Характеристика барьеров безопасности на АЭС. Основные нормативные документы по обеспечению безопасности работ на АЭС и ТЭС. Категории зданий, сооружений, оборудования и систем на АЭС и ТЭС. Системы нормальной эксплуатации. Системы безопасности и их классификация. Системы АЭС, важные для безопасности

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#)]

Тема 3. ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Содержание темы 3:

Классификация тепловых электростанций. Распределение и потребление электрической энергии. Тепловая нагрузка. Показатели режимов электрического и теплового потребления. Тепловой цикл паротурбинной электростанции. Цикл Карно. Принципиальная схема ЭС. Цикл Ренкина.

Литература к теме 3: [[1](#)]

Тема 4. КЭС И ИХ ТЕПЛОВАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ. РАСХОДЫ ПАРА, ТЕПЛА И ТОПЛИВА

Содержание темы 4:

Основные составляющие абсолютного КПД электрической станции. КПД КЭС и его составляющие. Расход пара, теплоты и топлива.

Литература к теме 4: [[1](#)]

Тема 5. ТЭЦ И ИХ ТЕПЛОВАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ

Содержание темы 5:

Расходы пара и тепла на теплофикационные турбоустановки с противодавлением. Турбины конденсационные и регулируемым отбором пара. Расход тепла на турбину. КПД ТЭЦ. Удельный расход топлива на ТЭЦ. Сравнение тепловой экономичности ТЭЦ и отдельной установки.

Литература к теме 5: [[1](#)]

Тема 6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНДЕНСАЦИОННОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Содержание темы 6:

Атомные электростанции. Тепловыделяющие элементы. Тепловые схемы АЭС. Одноконтурная схема. Трёхконтурная схема. Расчёт энергетических показателей АЭС.

Литература к теме 6: [[1](#), [2](#)]

Тема 7. НАЧАЛЬНЫЕ И КОНЕЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПАРА КЭС И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ

Содержание темы 7:

Начальные параметры. Цикл с перегревом пара. Сопряженные параметры пара. Параметры промежуточного перегрева пара. Паровой перегрев свежим паром или из отбора. Экономическая эффективность вторичного перегрева пара. Цикл Ренкина с промперегревом. Влияние конечных параметров на экономичность установки. Повышение экономичности паротурбинных установок надстройками высоких параметров. Расход пара и тепла на предвключенную турбину.

Литература к теме 7: [[1](#)]

Тема 8. РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПОДОГРЕВ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

Содержание темы 8:

Одноступенчатый и многоступенчатый регенеративный подогрев воды. Схемы регенеративного подогрева воды. Схема регенеративного подогрева воды в поверхностных и смешивающих подогревателях. Схема отвода дренажа. Каскадная схема. Особенности смешивающих подогревателей. Методика расчета схемы регенеративного подогрева. Экономически выгодная температура питательной воды. Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения. Уравнение теплового баланса смешивающего подогревателя. КПД турбоустановки с регенеративным подогревом воды.

Литература к теме 8: [[1](#)]

Тема 9. ПОТЕРИ ПАРА И КОНДЕНСАТА И ИХ ВОСПОЛНЕНИЕ

Содержание темы 9:

Потери пара и конденсата. Испарительные установки. Уравнение теплового баланса испарителя. Многоступенчатые испарительные установки.

Литература к теме 9: [[1](#)]

Тема 10. ОТПУСК ТЕПЛА С ПАРОМ И ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ ВНЕШНИМ ПОТРЕБИТЕЛЯМ

Содержание темы 10:

Отпуск тепла с паром. Отпуск тепла для отопления. Отопительная нагрузка. Тепловая нагрузка. Схема включения сетевых подогревателей и определение отборов пара на них. Деаэраторы и питательные установки. Деаэраторные установки.

Литература к теме 10: [[1](#)]

Тема 11. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И ЕЕ РАСЧЕТ

Содержание темы 11:

Содержание и значение принципиальной тепловой схемы (ПТС). Назначение принципиальной схемы. Полная (развёрнутая) тепловая схема. Методика расчета принципиальной тепловой схемы. Схемы главных паропроводов. Схема питательных трубопроводов. Выбор питательных насосов. Конденсатные насосы. Насосы охлаждающей воды конденсаторов турбин (циркуляционные). Определение напора питательных насосов. Трубопроводы. Расчет трубопроводов. Гидравлический расчет. Механический расчет.

Литература к теме 11: [\[1\]](#)

Тема 12. КОМПОНОВКА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Содержание темы 12:

Выбор площади и генеральный план станции. Основные требования к площадкам ТЭС. Генплан. Пример компоновки ТЭС. Компоновка главного корпуса электростанции. Типы компоновок. Техническое водоснабжение. Источники и системы технического водоснабжения. Прямоточная система водоснабжения. Обратная система водоснабжения. Водохранилища-охладители. Расчет необходимой поверхности пруда-охладителя. Искусственные охладители. Градирни. Брызгальные устройства.

Литература к теме 12: [\[1\]](#)

Тема 13. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ И КОМПОНОВКИ АЭС

Содержание темы 13:

Основные здания и сооружения генплана любой АЭС. Компоновка главных корпусов на АЭС с реакторами РБМК. Компоновка главных корпусов на АЭС с реакторами ВВЭР. Компоновка главных корпусов на АЭС с реакторами на быстрых нейтронах.

Литература к теме 13: [\[2\]](#)

Тема 14. ТОПЛИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Содержание темы 14:

Доставка топлива на электростанции. Хранение топлива. Системы пылеприготовления. Угольные мельницы. Характеристики мельниц. Мазутное хозяйство ЭС. Газовое хозяйство ЭС. Золошлакоудаление. Тягодутьевые машины. Водоподготовка.

Литература к теме 14: [\[1\]](#)

Тема 15. Влияние ТЭС на окружающую среду.

Содержание темы 15:

Способы уменьшения содержания окислов серы и азота в уходящих дымовых газах. Снижение загрязняющих выбросов АЭС. Очистка сточных вод электрической станции. Уменьшение выбросов оксидов азота в атмосферу.

Литература к теме 15: [\[1\]](#)

3.3 Практические занятия

| № п/п | Тема занятия | Объем, час. очн. / заочн. | Литература |
|---------------|--|------------------------------|---|
| 1 | Определение основных энергетических показателей электростанции | 2 / 0,5 | [1 , 2 , 5] |
| 2 | Решение задач по тепловому расчёту элементов тепловых схем | 2 / 0,5 | [1 , 2 , 5] |
| 3 | Тепловой расчёт принципиальной тепловой схемы конденсационного блока. Построение тепловой схемы конденсационного блока 800 МВт | 4 / 0,5 | [1 , 2 , 5 , 6] |
| 4 | Тепловой расчёт принципиальной тепловой схемы конденсационного блока. Построение процесса расширения пара в турбине. Контрольная работа №1 | 6 / 0,5 | [1 , 2 , 5 , 6] |
| 5 | Тепловой расчёт принципиальной тепловой схемы конденсационного блока. Составление сводной таблицы расчетных параметров воды и пара | 6 / 0,5 | [1 , 2 , 5 , 6] |
| 6 | Тепловой расчёт принципиальной тепловой схемы конденсационного блока. Расчет тепловой схемы | 6 / 0,5 | [1 , 2 , 5 , 6] |
| 7 | Выбор основного и вспомогательного оборудования пароводяного тракта КЭС согласно нормам проектирования ТЭС | 4 / 0,5 | [1 , 2 , 5] |
| 8 | Расчёт сетевой установки ТЭЦ. Контрольная работа №2 | 4 / 0,5 | [1 , 2 , 5] |
| ИТОГО: | | 34 / 4 | |

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 | 14 / 37 |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям | 10 / 30 |
| 3 | Подготовка к лабораторным работам | - / - |
| 5 | Выполнение курсовой работы | 27 / 27 |
| ИТОГО: | | 51 / 94 |

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Программой дисциплины предусмотрено выполнение студентами **курсовой работы**.

Задание на курсовую работу определяется преподавателем.

В расчетной части выполняется тепловой расчет энергоблока заданной электрической мощностью. Расчет состоит из следующих основных разделов: построение расчетной тепловой схемы; определение расходов пара и тепловых балансов подогревателей; выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС; определение удельных расходов топлива и КПД станции.

Разработка всех разделов должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных технических средств и передовой технологии. Соответствующие решения – приниматься на основе анализа современной технической литературы. Принятый инструмент должен соответствовать действующим стандартам.

Тема курсовой работы может определяться в направлении научно-исследовательской работы, проводимой студентом. В этом случае тема определяется совместно со студентом и его научным руководителем.

Объем курсового проекта – не более 35-40 страниц сброшюрованных рукописного или машинописного текста. Студент обязан оформить проект строго в соответствии с установленными требованиями.

Выполнение индивидуального задания не запланировано.

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. Компоновка и взаимное расположение оборудования главного корпуса
2. Принципы компоновки паротурбинных электростанций малой мощности
3. Компоновка главного корпуса ТЭС средней мощности
4. Принципы компоновки дизельных и газотурбинных электростанций
5. Компоновка атомной электростанции
6. Техническое водоснабжение. Потребители технической воды
7. Прямоточная схемы водоснабжения ТЭС
8. Обратная схема водоснабжения ТЭС
9. Водный баланс электростанций
10. Технико-экономические характеристики систем водоснабжения
11. Мазутное хозяйство ТЭС
12. Топливное хозяйство ТЭС на газовом топливе
13. Топливное хозяйство ТЭС на твердом топливе
14. Типы складов твердого топлива ТЭС
15. Влияние конечных параметров пара на экономичность ТЭС.
16. Влияние начального давления пара на экономичность ТЭС.
17. Влияние температуры пара на экономичность ТЭС.
18. Понятие сопряженных параметров пара.
19. Влияние конечных параметров пара на экономичность ТЭС.
20. Влияние начального давления пара на экономичность ТЭС.
21. Влияние температуры пара на экономичность ТЭС.
22. Понятие сопряженных параметров пара.
23. Термодинамические основы промежуточного перегрева пара.
24. Регенеративный подогрев питательной воды. Основные понятия
25. Оценка работы пара в турбоустановках с регенеративным подогревом питательной воды.

26. Тепловая экономичность регенерации.
27. КПД схемы с регенеративным подогревом питательной воды.
28. Выбор числа регенеративных подогревателей и распределение подогрева воды .
29. Выбор числа отборов, места установки и оптимальной температуры питательной воды для ТЭС.
30. Термодинамическая характеристика подогревателей.
31. Тепловые схемы подогревателей.
32. Конструкция регенеративных подогревателей с коллекторной системой.
33. Конструкция регенеративных подогревателей смешивающего типа
34. Восполнение потерь рабочего тела на ТЭС.
35. Схемы включения и уравнение теплового баланса деаэратора
36. Схемы включения питательных насосов.
37. Схемы включения приводных турбин питательных насосов
38. Принципиальные тепловые схемы электростанций на органическом и ядерном топливе: блоки 200, 300, 800 и 500 МВт; схемы ТЭЦ и атомных электростанций.

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> |
| Направленность (профиль) | Теплоэнергетика |
| | <small>(название)</small> |
| Семестр: | 1 / 2 |
| Учебная дисциплина: | Тепловые и атомные электрические станции и установки |

Экзаменационный билет №1

1. Классификация тепловых электрических станций
2. Изобразить условное обозначение следующим элементам тепловой схемы:
 - паровой котел барабанного типа с естественной циркуляцией;
 - пароперегреватель, экономайзер;
 - паровая турбина с противодавлением;
 - смешивающий подогреватель;
 - регулирующий клапан.
3. Сравнить цикл Ренкина для перегретого пара с циклом Ренкина со вторичным перегревом по изображению их в координатах T-S.
4. Изобразить в координатах h-s процесс расширения перегретого пара в турбине работающей по циклу Ренкина с промежуточным перегревом.

Утверждено на заседании кафедры

Промышленная теплоэнергетика

(наименование кафедры полностью)

| | | | | |
|---------------|-----------|----|----------|----|
| Протокол | № | от | 20 | г. |
| Зав. кафедрой | | | | |
| | (подпись) | | (Ф.И.О.) | |
| Экзаменатор | | | | |
| | (подпись) | | (Ф.И.О.) | |

4.3 Критерии оценивания

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

Индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

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 1 «Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета».

Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета

| Вид деятельности | Количество баллов | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| | Очная форма | Заочная форма |
| 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 |

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 основных элементов системы регенеративного подогрева воды. Термодинамические особенности регенеративного цикла и способы его совершенствования»:

1. Какие виды регенеративных подогревателей вы знаете? Каковы их конструктивные особенности?
2. С чем связан температурный недогрев в поверхностных подогревателях?
3. В чем состоят достоинства смешивающих подогревателей?
4. Каковы основные схемы возврата дренажей ПВД и ПНД в цикл?
5. В результате чего может произойти повышение уровня в ПВД?
6. Какие виды деаэрации питательной воды вы знаете?
7. В результате чего может произойти снижение уровня в деаэрационном баке?
8. Как включается деаэрационная вода по пару?
9. Сравнительная характеристика электропривода и турбопривода питательных насосов.
10. Какие утечки пара и конденсата на ТЭС следует отнести к внешним, а какие – к внутренним потерям?
11. Как борются с потерями пара и конденсата на станции, где вы работаете?
12. Какие существуют схемы включения испарительных установок в тепловую схему станции?

13. Какие способы ввода добавочной воды в тепловую схему станции вы знаете?

14. Назначение и принцип действия РОУ.

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

4.5 Курсовое проектирование

С целью повышения объективности оценивания качества выполнения курсовой работы оценивание осуществляется по следующим категориям:

- текущая работа на протяжении семестра;
- итоговая проверка оформленной пояснительной записки и графической части (при наличии);
- проверка соответствия оформления пояснительной записки и графической части (при наличии) нормативным документам;
- результат защиты курсового проекта (работы).

При этом приветствуется досрочное выполнение курсового проекта (работы).

Срок сдачи оформленной пояснительной записки курсового проекта (работы) на проверку составляет – 1 неделя до начала зачетной сессии. Предварительная проверка может осуществляться по отдельным частям (законченным с точки зрения расчетного и смыслового изложения).

Максимальное количество баллов, которые студент может получить при выполнении курсового проекта (работы) приведено в таблице «Распределение баллов, которые получают студенты при выполнении курсовой работы».

Распределение баллов, которые получают студенты при выполнении курсовой работы

| Вид деятельности | Количество баллов | |
|--|-------------------|---------------|
| | Очная форма | Заочная форма |
| Текущая работа на протяжении семестра | 0-40 | 0-40 |
| - выполнение тематического раздела №1 за 1 месяц | 0-10 | 0-10 |
| - выполнение тематического раздела №2 за 2 месяц | 0-10 | 0-10 |
| - выполнение тематического раздела №3 за 3 месяц | 0-10 | 0-10 |
| - выполнение тематического раздела №4 за 4 месяц | 0-10 | 0-10 |
| Итоговая проверка оформленной пояснительной записки и графической части (при наличии) | 0-10 | 0-10 |
| Проверка соответствия оформления пояснительной записки и графической части (при наличии) нормативным документам | 0-10 | 0-10 |
| Результат защиты курсового проекта (работы) | 0-40 | 0-40 |
| Итого | 0-100 | 0-100 |

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Тепловые электрические станции и атомные электрические станции [Электронный ресурс] : учебное издание для студентов технических специальностей, в том числе для иностранных студентов / В. И. Касилов [и др.] ; В.И. Касилов, О.В. Касилов, Л.И. Тютюник, Л.А. Иванова ; Нац. техн. ун-т "Харьк. политехн. ин-т". - 5 Мб. - Харьков : Типография Мадрид, 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9491.pdf>

2. Якубенко, И.А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук ; И.А. Якубенко, М.Э. Пинчук ; Нац. исслед. ядерный ун-т "МИФИ", Волгодон. инж.-техн. ин-т. - 24 Мб. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9492.pdf>

II Дополнительная литература

3. Беляев, С.А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. А. Беляев, А. В. Воробьев, В. В. Литвак ; С.А. Беляев, А.В. Воробьев, В.В. Литвак ; ФГАОУ ВО "Нац. исслед. Томск. политехн. ун-т". - 8 Мб. - Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9496.pdf>

4. Зорин, В.М. Атомные электростанции [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. М. Зорин ; В.М. Зорин. - 91 Мб. - Москва : МЭИ, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9495.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5. Методические указания к выполнению практических и контрольных работ по дисциплине «Тепловые и атомные электрические станции и установки» [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, Д. Л. Безбородов, Е. К. Сафонова, Ю. А. Боев, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2023. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/12_b1v6_p_tiaesiu_1.pdf

6. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Тепловые и атомные электрические станции и установки» [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, Е. К. Сафонова, Д. Л. Безбородов, Ю. А. Боев. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк

: ДОННТУ, 2023. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/12_b1v6_k_tiaesiu_1.pdf

7. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Тепловые и атомные электрические станции и установки» [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, Д. Л. Безбородов, Е. К. Сафонова, Ю. А. Боев, Н. В. Колесниченко – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2023. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: http://kpt.fmt.donntu.ru/sites/default/files/12_b1v6_s_tiaesiu_1.pdf

Электронно-информационные ресурсы

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

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

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

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

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория (лаборатория энергоаудита) №4.005пт учебный корпус 4 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, выполнения курсовой работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (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)), 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 ЭPiR-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).

2. 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 IPR Smat), 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.