

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



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-педагогической работе ДОННТУ

А.Б. Бирюков

(подпись)

2020 года

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В14** Энергосбережение при генерации и транспорте энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

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

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

Программа: магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

| Форма обучения:                             | Очная       | Заочная     |
|---|-------------|-------------|
| Семестр(ы)                                  | 3           | 4           |
| Общая трудоёмкость в з.е./часах             | 4,0 (144)   | 4,0 (144)   |
| Контактная работа (час.), в том числе:      | 57          | 22          |
| лекции (час.)                               | 17          | 6           |
| лабораторные работы (час.)                  | -           | -           |
| практические (семинарские) занятия (час.)   | 34          | 8           |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 57          | 94          |
| курсовой проект (работа) (семестр/час.)     | 3 / 27      | 4 / 27      |
| индивидуальное задание (кол./час.)          | -           | -           |
| Контроль (экзамен, час./зачёт)              | экзамен, 36 | экзамен, 36 |

Донецк, 2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Энергосбережение при генерации и транспорте энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях» составлена в соответствии с учебным планом по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (маг. программа - «Тепловые электрические станции») для 2020 года приёма по очной, заочной формам обучения.


Составитель:

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент  Попов Анатолий Леонидович  
(подпись)

Старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика»  Безбородов Денис Леонидович  
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики.

Протокол от «31» 08 2020 года № 1

Заведующий кафедрой  Сафьянц С.М.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Протокол от «31» 08 2020 года № 1

Председатель  Сафьянц С.М.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики.

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

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

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики.

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

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

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики.

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

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



## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы и технологии энергосбережения при генерации и транспорте энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях.

Цель дисциплины: углубленное изучение современных направлений энергосбережения в системах генерации и транспорта энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях.

Задачи дисциплины: привитие студентам знаний основ энергосбережения, методов эффективного производства и использования различных видов энергоресурсов на тепловых электрических станциях; формирование практических навыков и умений применения знаний в области энергосбережения и разработки энергосберегающих мероприятий.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** современные направления энергосбережения в системах генерации и транспорта энергетических ресурсов на ТЭС; передовые методы генерации и транспорта энергетических ресурсов и применяемое энергосберегающее оборудование; методику выбора наиболее эффективных видов первичных и вторичных энергоресурсов; типовые энергосберегающие мероприятия в системах генерации и транспорта энергетических ресурсов на ТЭС;

**уметь:** выявлять возможные причины нерациональных способов генерации и транспорта энергетических ресурсов на тепловых электростанциях и разрабатывать энергосберегающие мероприятия с целью их устранения;

**владеть:** навыками сбора, обобщения и систематизации информации о процессах генерации и транспорта энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях и энергетической эффективности их использования; методиками разработки энергосберегающих мероприятий и технологий.

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);

- Способность к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства в энергоресурсах (ПК-5);

Готовность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности и современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах (ПК-7).

Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания физической сущности процессов, протекающих в оборудовании тепловых электрических станций, в системах генерации, транспорта и потребления тепловой и электрической энергии (ПСК-1);

Готовностью участвовать в опытно-промышленных испытаниях оборудования тепловых электрических станций, в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации оборудования с учетом экологических требований и безопасности эксплуатации (ПСК-2).

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

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

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»:

- «Техническая термодинамика»;
- «Тепломассообмен»;
- «Источники энергии»;
- «Источники и системы теплоснабжения»;
- «Паровые и газовые турбоустановки».

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

- 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<br>(содержательных модулей)   | Количество часов<br>(очная / заочная форма) |             |        |                     |         |
|--|---|-------------|--------|---------------------|---------|
|  | Всего                                       | В том числе |        |                     |         |
|  |   | Лекции      | Лабор. | Практ.<br>(Семина.) | СР      |
| Тема 1. Материальный и тепловой баланс процессов горения топлива   | 12 / 16                                     | 4 / 2       | 0 / 0  | 2 / 1               | 6 / 13  |
| Тема 2. Парогазовые установки.   | 14 / 17                                     | 2 / 1       | 0 / 0  | 6 / 1               | 6 / 15  |
| Тема 3. Энергосбережение в котельных и тепловых сетях.   | 16 / 17                                     | 4 / 1       | 0 / 0  | 6 / 1               | 6 / 15  |
| Тема 4. Анализ экономической эффективности энергосберегающих проектов  | 14 / 14                                     | 4 / 1       | 0 / 0  | 4 / 1               | 6 / 12  |
| Тема 5. Расчет тепловой схемы при реконструкции котельной на выработку электроэнергии на тепловом потреблении с использованием ПГУ | 25 / 17                                     | 3 / 1       | 0 / 0  | 16 / 4              | 6 / 12  |
| Индивидуальное задание   | 0 / 0                                       |             |        |                     | 0 / 0   |
| Курсовая работа (проект)   | 27 / 27                                     |             |        |                     | 27 / 27 |
| Итого по видам занятий   | 108 / 108                                   | 17 / 6      | 0 / 0  | 34 / 8              | 57 / 94 |
| Контроль   | 36 / 36                                     |             |        |                     |         |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>144 / 144</b>                            |             |        |                     |         |

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

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

## **3.2 Лекции**

### **Тема 1. МАТЕРИАЛЬНЫЙ И ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА**

Содержание темы 1:

Теплота сгорания топлива. Теоретически необходимое количество воздуха и объем продуктов сгорания при сжигании газообразных топлив. Энтальпия продуктов сгорания горючих газов. Тепловой баланс процесса горения. Удельные расходы топлива на выработку тепла, производство технологического пара. Удельные расходы электроэнергии при производстве теплоты.

Литература к теме 1: [\[1\]](#)

### **Тема 2. ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ**

Содержание темы 1:

Основные типы парогазовых установок. Количественные показатели термодинамических циклов ПГУ. Основные расчетные соотношения идеального цикла ГТУ. Основные расчетные соотношения реального цикла ГТУ. Тепловой баланс реальной ГТУ. Термическая эффективность парогазовых установок. Парогазовые установки с впрыском пара. Основные расчетные соотношения реального цикла ГТУ с впрыском пара. Модернизация котельных в ТЭЦ. Газопаровая установка со сжиганием топлива в кислороде.

Литература к теме 1: [\[1\]](#)

### **Тема 3. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В КОТЕЛЬНЫХ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ**

Содержание темы 2:

Снижение потерь теплоты с уходящими газами. Потери теплоты с химической неполнотой сгорания. Потери теплоты в окружающую среду. Работа котельной установки в режиме пониженного давления. Температура питательной воды. Возврат конденсата в котельную. Использование тепловой энергии непрерывной продувки котлов. Режимы работы котельного оборудования. Перевод паровых котлов на водогрейный режим. Оптимизация работы насосного и тягодутьевого оборудования. Тепловые потери трубопроводов. Система инфракрасного обогрева производственных помещений.

Литература к теме 2: [\[1\]](#)

### **Тема 4. АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЕКТОВ**

Содержание темы 4:

Понятие о бизнес-планировании. Основные цели составления и содержание бизнес-плана. Пример финансового плана. Инфляция и стоимость капитала (реальная процентная ставка). Метод дисконтирования и критерии эффективности инвестиций. Расчет денежного потока для оценки эффективности инвестиций при использовании дисконтирования. Учет валютной инфляции. Особенности включения в инвестиционный анализ налога на добавленную стоимость.

Определение стоимости капитала при использовании различных источников финансирования. Анализ инвестиционных проектов на основе бюджета движения денежных средств. Расчет экономического эффекта и критериев эффективности инвестиций в результате реализации энерго- и ресурсосберегающего инвестиционного проекта при производстве тепловой энергии.

Литература к теме 4: [\[1\]](#)

## **Тема 5. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ КОТЕЛЬНОЙ НА ВЫРАБОТКУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОМ ПОТРЕБЛЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПГУ**

Содержание темы 5:

Описание тепловой схемы. Содержание домашнего задания. Расчетные характеристики газовой турбины. Характеристики паровых турбин и определение КПД паросилового цикла. Расчет выработки тепловой и электрической энергии и определение расхода топлива. Анализ экономической эффективности парогазовой установки на примере проекта установки газовой турбины в котельной ЭПК УрФУ.

Литература к теме 5: [\[1\]](#)

### **3.3 Практические занятия**

| № п/п         | Тема занятия   | Объем, час. очн/ заочн. | Литература                   |
|---------------|--|-------------------------|------------------------------|
| 1             | Энергосбережение в процессах теплопередачи.  | 10 / 2                  | <a href="#">[1, 2, 3, 4]</a> |
| 2             | Энергосбережение при применении тепловой изоляции. Контрольная №1.   | 4 / 1                   | <a href="#">[1, 2, 3, 4]</a> |
| 3             | Применение частотно-регулируемого привода.   | 4 / 1                   | <a href="#">[2, 3, 4]</a>    |
| 4             | Определение показателей нормативного энергопотребления на основании статистических данных.                               | 8 / 2                   | <a href="#">[2, 3, 4]</a>    |
| 5             | Определение показателей нормативного энергопотребления на основании характеристик потребляющих объектов. Контрольная №2. | 8 / 2                   | <a href="#">[1, 2, 3, 4]</a> |
| <b>ИТОГО:</b> |  | <b>34 / 8</b>           |                              |

### **3.4 Лабораторные работы**

В учебном плане не запланировано.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

| №<br>п/п      | Виды самостоятельной работы студента | Объем, час.<br>очн/заочн. |
|---------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 1             | Изучение лекционного материала       | 10 / 40                   |
| 2             | Подготовка к практическим занятиям   | 20 / 27                   |
| 3             | Подготовка к лабораторным работам    | - / -                     |
| 4             | Выполнение курсового проекта         | - / -                     |
| 5             | Выполнение курсовой работы           | 27 / 27                   |
| 6             | Выполнение индивидуального задания   | - / -                     |
| <b>ИТОГО:</b> |                                      | <b>57 / 94</b>            |

### 3.6 Курсовая работа, индивидуальное задание

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

Задание на курсовую работу определяется преподавателем.

Курсовая работа состоит из двух частей: теоретической и практической.

Тема теоретической части выбирается из предлагаемого списка в соответствии номером в списке студенческой группы.

Список теоретических вопросов:

1. Основные типы парогазовых установок.
2. Количественные показатели термодинамических циклов ПГУ.
3. Термическая эффективность парогазовых установок.
4. Парогазовые установки с впрыском пара.
5. Модернизация котельных в ТЭЦ.
6. Газопаровая установка со сжиганием топлива в кислороде.
7. Газопоршневые когенерационные установки.
8. Газотурбинные когенерационные установки.
9. Паровые турбины, работающие на насыщенном паре.
10. Организация возврата конденсата на ТЭС.

Практическая часть состоит в расчете системы пароснабжения объектов с импульсным потреблением пара.

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 в учебном плане 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. Теплота сгорания топлива. Теоретически необходимое количество воздуха и объем продуктов сгорания при сжигании газообразных топлив.
2. Энтальпия продуктов сгорания горючих газов. Тепловой баланс процесса горения.
3. Удельные расходы топлива на выработку тепла, производство технологического пара.
4. Удельные расходы электроэнергии при производстве теплоты.
5. Основные типы парогазовых установок.
6. Количественные показатели термодинамических циклов ПГУ.
7. Основные расчетные соотношения идеального цикла ГТУ.
8. Основные расчетные соотношения реального цикла ГТУ.
9. Тепловой баланс реальной ГТУ.
10. Термическая эффективность парогазовых установок.
11. Парогазовые установки с впрыском пара.

12. Основные расчетные соотношения реального цикла ГТУ с впрыском пара.
13. Модернизация котельных в ТЭЦ.
14. Газопаровая установка со сжиганием топлива в кислороде.
15. Снижение потерь теплоты с уходящими газами.
16. Потери теплоты с химической неполнотой сгорания.
17. Потери теплоты в окружающую среду.
18. Работа котельной установки в режиме пониженного давления.
19. Возврат конденсата в котельную.
20. Использование тепловой энергии непрерывной продувки котлов.
21. Режимы работы котельного оборудования.
22. Перевод паровых котлов на водогрейный режим.
23. Оптимизация работы насосного и тягодутьевого оборудования.
24. Тепловые потери трубопроводов.
25. Система инфракрасного обогрева производственных помещений.
26. Понятие о бизнес-планировании.
27. Основные цели составления и содержание бизнес-плана.
28. Расчет экономического эффекта и критериев эффективности инвестиций в результате реализации энерго- и ресурсосберегающего инвестиционного проекта при производстве тепловой энергии.

### Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Программа подготовки    | магистратура<br><small>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</small>                                |
| Направление подготовки: | 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»<br><small>(код, название)</small>                            |
| Магистерская программа: | Тепловые электрические станции<br><small>(название)</small>  |
| Семестр:                | 3  |
| Учебная дисциплина:     | Энергосбережение при генерации и транспорте энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях |

### Экзаменационный билет №1

1. Удельные расходы топлива на выработку тепла, производство технологического пара.
2. Парогазовые установки с впрыском пара.
3. Дана однослойная цилиндрическая стенка с внутренним и внешним диаметром  $d_1=125$  мм и  $d_2=165$  мм. Коэффициент теплопроводности стенки  $\lambda = 0,08(1 + 0,0075 \cdot t)$  Вт/м·К. Температура внутренней поверхности стенки  $t_{CT1} = 90^\circ\text{C}$ , внешней  $t_{CT2} = 30^\circ\text{C}$ . Определить количество тепла, которое проходит через стенку, и температуру в стенке на расстоянии  $x=145$  мм от оси цилиндрической стенки.

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

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

**Примечание:**

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

а) лекции:

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

б) практические занятия:

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

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

## II ИТОГОВАЯ СЕМЕСТРОВАЯ ОЦЕНКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

### Шкала оценивания: национальная и ECTS

| Сумма баллов за все виды учебной деятельности | Оценка ECTS                      | Оценка по национальной шкале                                      |
|---|----------------------------------|---|
| 90-100  | <b>A</b>                         | отлично   |
| 80-89   | <b>B</b>                         | хорошо  |
| 75-79   | <b>C</b>                         |   |
| 70-74   | <b>D</b>                         |   |
| 60-69   | <b>E</b>                         | удовлетворительно   |
| 35-59   | <b>FX</b>                        | неудовлетворительно с возможностью повторной сдачи                |
| 1-34  | <b>F*</b><br>(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 «Определение показателей нормативного энергопотребления на основании статистических данных»:**

1) Рассмотреть определение нормативных значений расхода энергоносителя вероятностно-статистическим методом с помощью регрессионного анализа.

2) Определять вид функции, с помощью которой характеризуется зависимость между параметрами уравнения, (расход энергоносителя, выпуск продукции, выработка энергоносителя и т.д.).

### 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<br>3 сем. | Заочная форма<br>4 сем. |
| <b>Текущая работа на протяжении семестра</b>   | <b>0-40</b>           | <b>0-40</b>             |
| - 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                    |
| <b>Итоговая проверка оформленной пояснительной записки и графической части (при наличии)</b>                           | <b>0-10</b>           | <b>0-10</b>             |
| <b>Проверка соответствия оформления пояснительной записки и графической части (при наличии) нормативным документам</b> | <b>0-10</b>           | <b>0-10</b>             |
| <b>Результат защиты курсового проекта (работы)</b>   | <b>0-40</b>           | <b>0-40</b>             |
| <b>Итого</b>   | <b>0-100</b>          | <b>0-100</b>            |

## **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### ***1 Основная литература***

1. Энергосбережение при производстве тепловой энергии и анализ его экономической эффективности [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника / В. А. Мунц, Ю. Г. Мунц ; В.А. Мунц, Ю.Г. Мунц ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Урал. энерг. ин-т. - 8 Мб. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9225.pdf>



## ***II Дополнительная литература***

2. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.П. Бельский, В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин ; ГОУ ВПО "Санкт-Петербург. гос. технол. ун-т раст. полимеров". - 1 Мб. - Санкт-Петербург : [б.и.], 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Просмотрщик djvu-файлов. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9230.djvu>

3. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. В. Пилипенко, И. А. Сиваков ; Н.В. Пилипенко, И.А. Сиваков ; Санкт-Петербург. нац. исслед. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - 4 Мб. - Санкт-Петербург : ИТМО, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5492.pdf>

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

4. Методические указания к выполнению практических и контрольных работ по дисциплинам «Энергосбережение при транспорте и распределении теплоты», «Энергосбережение при генерации и транспорте энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Энергетический менеджмент» «Тепловые электрические станции») всех форм обучения составителей: С.М. Сафьянц, А. Л. Попов, Е. К. Сафонова, Н.В. Колесниченко, Д. Л. Безбородов, Ю. А. Боев – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/27\\_b1v14\\_p\\_eptirt\\_123.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/27_b1v14_p_eptirt_123.pdf)

5. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплинам «Энергосбережение при транспорте и распределении теплоты», «Энергосбережение при генерации и транспорте энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Энергетический менеджмент», «Тепловые электрические станции») всех форм обучения составителей: С.М. Сафьянц, А. Л. Попов, Е. К. Сафонова, Н.В. Колесниченко, Д. Л. Безбородов, Ю. А. Боев – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/27\\_b1v14\\_k\\_eptirt\\_123.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/27_b1v14_k_eptirt_123.pdf)

6. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Энергосбережение при генерации и транспорте энергетических ресурсов на тепловых электрических станциях» [Электронный ресурс]: для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Энергетический менеджмент») всех форм обучения составителей: С.М. Сафьянц, А. Л. Попов, Н.В. Колесниченко, Д. Л. Безбородов, Е. К. Сафонова, Ю. А. Боев – Электрон.

дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.  
[http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/27\\_b1v14\\_s\\_epgit\\_2\\_0.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/27_b1v14_s_epgit_2_0.pdf)

### **Электронно-информационные ресурсы**

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

Портал по энергосбережению «Энергосовет» - <http://www.energsovet.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 №5435 учебный корпус 5 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, шкафы; 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 Теас 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 ЭПиR-632, шумомер DB 100, прибор multifunctional AMI 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 H=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

2. Учебная аудитория (лаборатория) №5147 учебный корпус 5 для проведения практических занятий, выполнения курсовой работы (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкафы; 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: авометр АВО-63 (2 шт.), амперметр М-381 (2 шт.), аппарат ЛТВО для определения температуры (2 шт.), барограф, барометр БАММ-1, вентилятор (2 шт.), вольтметр ламповый 1341/Е, вольтметр ЭБ33 (4 шт.), генератор лабораторный TR-0202, датчик давления ДДВТ-50 (3 шт.), диапроектор ЛэТИ-60, диапроектор Свитель, дифмамометр ОБМ-160, измеритель тепловых потерь ИТП-6, источник питания П4109, источник питания пост тока Б5-44, комбинированный прибор измерительный Ц4353, лабораторная установка для определения теплоемкости воздуха, лабораторная установка «Исследование физико-химической депрессии», лабораторная установка «Изучение процессов во влажном воздухе», лабораторная установка «Исследование политропного процесса», лабораторная установка «Испытание холодильной компрессорной машины», лабораторная установка «Определение энтальпии водяного пара», лабораторная установка «Изучение изохорного процесса», лабораторная установка по моделированию гидравлических и тепловых процессов (3 шт.), лагометр Ш-69000, манометр образцовый МО 160х100 (3 шт.), микроманометр (2 шт.), микрометр 0.25(0,75) (3 шт.), милливольтметр Ш – 4500(4501) (4 шт.), модель разрядная внутреннего сгорания; модель разрядная паровая, морской хронометр (2 шт.), насос Комовского, осциллограф, печь муфельная, печь трубчатая, пирометр «Промінь», потенциометр КСП4(ПП-63) (2 шт.), преобразователь напряжения, преобразователь пара VYV 12, преобразователь ТХК-0705 (3 шт.), прибор комбинированный Ц4301, прибор комбинированный цифровой Ц4310, прибор самопишущий Н338-4П, психометр аспирационный М34(МВ-4М) (5 шт.), пылесос Буран-3(ПО-11М) (2 шт.), разрез двигателя ГК-51, регулятор напряжения РНШ Э-378, ротаметр (9 шт.), секундомер однострелочный СОП ПР-6Г-2(СДСПР-1-2 / СОСПР-2Б / СОСПР-2Б-2) (8 шт.), секундомер электрический ПВ-53А (2 шт.), стол для изучения тепловых потерь, термостат жидкостный лабораторный СЖМЛ-19/2.5-И1, трансформатор «Латр-2М», универсальный прибор измерения параметров УПИП, фотоаппарат ЗЕНИТ-19, фотовспышка, чертежный комбайн К4-1, электрический насос вакуумный, электронасос «Кама»; 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. Учебная аудитория (лаборатория) №5148 учебный корпус 5 для проведения практических занятий, выполнения курсовой работы

(специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкафы; 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: весы аналитические WA-21 (3 шт.), весы технические для взвешивания образцов, вольтметр ламповый, выпрямитель ВСА-4К, газоанализатор ГХП 100 (4 шт.), хроматограф «Газохром 3101», калориметр ВМК типа Labor-511, лабораторная установка по изучения теплообмена, манометр МО-1,6(160)-250(4 / 6) (4 шт.), насос ЭЦН-14БМ, насос ЭЦН-14БМ, осциллограф К-12-22 (Н-041 / Н700 / С-1-48 Б) (4 шт.), печь ТК-30/220, потенциометр КСП-04 (ПП-63) (7 шт.), предварительный усилитель к осциллографу ВУ-80, прибор ТВНЭ с электрическим нагревателем (2 шт.), прибор универсальный измерения параметров УПИП, рН-метр рН-262 (2 шт.), рН-метр рН-262, самописец М338/4, стабилизатор ПЗ6-3, стабилизатор С0.28, термоанометр Т7-Н, частотомер электронносчетный ЧЗ-33, штатив фронтальный (6 шт.), электрометр цифровой ЭЦ-1, электропечь СУОЛ (2 шт.), электрополотенце; 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 ЭPiR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМІ 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 Н=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

4. 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.