

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.В2 Паровые и газовые турбоустановки**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление (специальность) подготовки:

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(код и наименование направления / специальности)

Направленность:

Тепловые электрические станции

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Уровень образования:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4 (144)	4 (144)
Контактная работа (час.)	64	20
Лекции (час.)	30	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	30	8
Лабораторные работы (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	84	132
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	1 / 27	2 / 27
Индивидуальное задание (кол./час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачет	зачет

Донецк, 2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Паровые и газовые турбоустановки» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», магистерская программа «Тепловые электрические станции» для 2020 года приёма.

Составитель:

Доцент кафедры «Промышленная

теплоэнергетика», к.т.н., доцент

  
(подпись)

Попов Анатолий Леонидович

Старший преподаватель «Промышленная

теплоэнергетика»

  
(подпись)

Безбородов Денис Леонидович

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

Протокол от «31» 08 2020 года № 1

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Сафьянц С.М.  
(Ф.И.О.)

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

Протокол от «31» 08 2020 года № 1

Председатель

  
(подпись)

Сафьянц С.М.  
(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.)

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

Цель дисциплины: изучение технологии производства электроэнергии и тепла на современных энергетических газотурбинных и парогазовых установках тепловых электростанций.

Задачи дисциплины: предоставить информацию о применяемом на ТЭС оборудовании ГТУ и ПГУ, методах его расчета и проектирования; научить студентов обосновывать конкретные технические решения при проектировании и эксплуатации оборудования ГТУ и ПГУ; дать информацию о надежности и экономичности газотурбинных и парогазовых установок.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать: основные источники научно-технической информации по оборудованию газотурбинных и парогазовых установок ТЭС; основные конструктивные характеристики газотурбинных и парогазовых установок, их вспомогательного оборудования на ТЭС; методы расчета установок и условия их эксплуатации;

- уметь: осуществлять выбор типов ГТУ и ПГУ на ТЭС и их вспомогательного оборудования; определять показатели тепловой и общей экономичности указанных установок; использовать программные средства расчета характеристик оборудования; анализировать информацию о новых разработках ГТУ и ПГУ ТЭС и методах расчета.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способностью к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию, расширению и углублению своего научного мировоззрения, в том числе с помощью информационных технологий (ОК-1);

- способностью проявлять инициативу и действовать в нестандартных ситуациях, в том числе в ситуациях риска; разрешать проблемные ситуации в нестандартных условиях и в условиях различных мнений при ведении дискуссии и полемики; нести ответственность за принятые решения в рамках профессиональной компетенции (ОК-3);

- способностью использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности (ОК-5);

- способностью и готовностью применять современные методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, проводить технические испытания и (или) научные эксперименты, оценивать, оформлять результаты выполненной работы, представлять и докладывать их в виде отчета с его публикацией (публичной защитой) (ОПК-2);

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы (ОПК-3);



- готовностью использовать современные и перспективные информационные, компьютерные и сетевые технологии (ОПК-4);
- способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов (ПК-1);
- готовностью к проведению технических расчетов по типовым методикам и проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, систем и сетей в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами (ПК-2);
- способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства, соблюдению технологической дисциплины и методов организации труда в коллективе (ПК-3);
- готовностью к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов (ПК-4);
- способностью к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства в энергоресурсах, подготовке обоснований технического перевооружения, развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации предприятий – источников энергии и систем энергоснабжения (ПК-5);
- способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, обрабатывать и анализировать результаты научных исследований с привлечением соответствующего математического аппарата, интерпретировать и представлять их в виде обзоров, отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях, давать практические рекомендации по их внедрению в производство (ПК-7);
- готовностью 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-8).
- готовностью к руководству коллективом исполнителей, к организации работ по повышению профессионального уровня работников, их обучению и тренингу, к разработке и определению порядка выполнения перспективных планов работ производственных подразделений (ПК-9);
- готовностью к организации работы по осуществлению надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и объектов (ПК-10);
- способностью к разработке мероприятий по профилактике производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращению экологических нарушений (ПК-12).

– способностью использовать знания фундаментальных разделов общенаучного и профессионального циклов для понимания и описания физической сущности процессов, протекающих в объектах основного и вспомогательного оборудования тепловых электрических станций, в системах генерации, транспорта и потребления тепловой и электрической энергии (ПСК-1);

– способностью на основе системного подхода строить модели для описания и прогнозирования явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ с оценкой пределов применимости полученных результатов (ПСК-2);

– способностью планировать и проводить аналитические, численные и экспериментальные исследования и разработки в области теплоэнергетики и теплотехнологии, энергоиспользования и энергоснабжения по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы в соответствии с утвержденными методиками, составлять описания проводимых исследований, критически оценивать полученные данные и делать выводы, составлять отчеты и готовить публикации по результатам исследований (ПСК-3);

– готовностью участвовать в опытно-промышленных испытаниях котлов, турбин, вспомогательного оборудования тепловых электрических станций, в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации теплоэнергетического и теплотехнического оборудования, проводить техническое обоснование принимаемых решений по развитию систем теплоэнергетики, технологических процессов и технологических операций с учетом экологических требований и безопасности эксплуатации (ПСК-5).

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

Дисциплина относится к «Блок 1. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений».

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

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

- при изучении дисциплины «Проектирование, 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	Ла- бор.	Практ. (Се- мин.)	СР
Тема 1. Тепловые схемы различных типов ПГУ.	8 / 11	2 / 1	0 / 0	2 / 2	4 / 8
Тема 2. Тепловые схемы и показатели ГТУ.	8 / 11	2 / 1	0 / 0	2 / 2	4 / 8
Тема 3. Типы парогазовых установок и их основные характеристики.	8 / 11	2 / 1	0 / 0	2 / 2	4 / 8
Тема 4. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ.	8 / 7	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 7
Тема 5. Осевые компрессоры энергетических ГТУ.	8 / 6	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 6
Тема 6. Камеры сгорания энергетических ГТУ.	8 / 6	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 6
Тема 7. Эксплуатация и защита ГТУ. Пуск и останов.	8 / 6	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 6
Тема 8. Переменные режимы работы энергетических ГТУ.	8 / 6	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 6
Тема 9. Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами.	8 / 8	2 / 0	0 / 0	2 / 2	4 / 6
Тема 10. Одноконтурные, двухконтурные и трехконтурные схемы ПГУ.	8 / 6	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 6
Тема 11. Котельные установки парогазовых энергоблоков.	8 / 6	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 6
Тема 12. Паротурбинные установки утилизационных ПГУ.	8 / 8	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 8
Тема 13. Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ.	7 / 9	2 / 1	0 / 0	2 / 0	3 / 8
Тема 14. Комбинированные схемы ПГУ. Парогазовые установки нового поколения.	6 / 8	2 / 0	0 / 0	2 / 0	2 / 8
Тема 15. Особенности конструкций и характеристик российских и зарубежных энергетических ГТУ	8 / 8	2 / 0	0 / 0	2 / 0	4 / 8
Индивидуальное задание	0 / 0				0 / 0
Курсовая работа (проект)	27 / 27				27 / 27
Итого по видам занятий	144 / 144	30/4	0 / 0	30/8	84 / 132
Контроль	0 / 0				
<b>ИТОГО</b>	<b>144 / 144</b>				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-1	Тема 1-15
ПК-2	Тема 2-12
ПК-3	Тема 14, 15
ПК-4	Тема 7, 8
ПК-5	Тема 11-14
ПК-7	Тема 15
ПК-8	Темы 15
ПК-9	Тема 1, 2, 14
ПК-10	Тема 6, 7, 8
ПК-12;	Тема 15
ПСК-1	Темы 4-15
ПСК-2	Темы 4-15
ПСК-3	Темы 4-15
ПСК-5	Темы 4-15

### 3.2 Лекции

#### Тема 1. ПРОСТЕЙШИЕ ТЕПЛОВЫЕ СХЕМЫ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПГУ

Содержание темы 1:

Понятие о комбинированном, бинарном и парогазовом циклах. Парогазовые циклы. Особенности газотурбинного цикла ПГУ.

Литература к теме 1: [\[1\]](#)

#### Тема 2. ТЕПЛОВЫЕ СХЕМЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ГТУ

Содержание темы 2:

Энергетические газотурбинные установки с реальным разомкнутым циклом. Конструктивные схемы, характеристики циклов и их анализ. Характеристики термодинамического цикла и тепловых схем ГТУ с регенерацией и промежуточным охлаждением воздуха. Карнотизация цикла Брайтона. Изменение характеристик энергетических ГТУ под влиянием внешних и внутренних параметров рабочего тела.

Литература к теме 2: [\[2\]](#)

#### Тема 3. ТИПЫ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Содержание темы 3:

Классификация ПГУ. Утилизационные ПГУ. ПГУ с параллельной схемой. ПГУ с дожиганием. Сбросные ПГУ. ПГУ с высоконапорным парогенератором.  
Литература к теме 3: [\[1\]](#)

#### **Тема 4. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ГТУ**

Содержание темы 4:

Газовая турбина — тепловой двигатель энергетической ГТУ. Проточная часть и элементы конструкции газовой турбины. Конструктивные схемы и особенности технологического процесса газовых турбин. Начальные параметры газов. Процессы расширения газов в газовой турбине.

Литература к теме 4: [\[2\]](#)

#### **Тема 5. ОСЕВЫЕ КОМПРЕССОРЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГТУ**

Содержание темы 5:

Конструктивная схема и устройство осевого компрессора. Характеристики ступеней проточной части и их показатели. Многоступенчатые компрессоры. Особенности конструкции, процесс сжатия воздуха и параметры рабочего тела.

Литература к теме 5: [\[2\]](#)

#### **Тема 6. КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГТУ**

Содержание темы 6:

Виды сжигаемого в камерах сгорания топлива. Характеристики, особенности топлива и предъявляемые к нему требования. Назначение камер сгорания энергетических ГТУ и основные требования к их работе. Типы камер сгорания и их конструктивные схемы. Особенности сжигания топлива. Тепловой расчет камеры сгорания энергетической ГТУ.

Литература к теме 6: [\[2\]](#)

#### **Тема 7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ЗАЩИТА ГТУ. ПУСК И ОСТАНОВ**

Содержание темы 7:

Система топливоподачи ГТУ. Система маслоснабжения ГТУ. Антипомпажная система компрессора ГТУ. Комплексное воздухоочистительное устройство ГТУ. Пускоостановочные режимы работы и нагружение энергетических ГТУ.

Литература к теме 7: [\[2\]](#)

#### **Тема 8. ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГТУ**

Содержание темы 8:

Статические характеристики энергетических ГТУ. Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ в нерасчетном режиме (основные положения). Способы изменения электрической нагрузки энергетической ГТУ в зависимости от конструктивной схемы установки. Влияние параметров наружного воздуха на характеристики энергетических ГТУ. Стабилизация температуры воздуха перед компрессором энергетической ГТУ.

Литература к теме 8: [\[2\]](#)



## **Тема 9. КОНДЕНСАЦИОННЫЕ ПГУ С КОТЛАМИ-УТИЛИЗАТОРАМИ**

Содержание темы 9:

Принципиальные тепловые схемы утилизационных ПГУ и их расчет. Исходные данные и последовательность расчета тепловой схемы. Расчет мощности паровой турбины ПГУ. Определение экономических показателей.

Литература к теме 9: [\[1\]](#)

## **Тема 10. ОДНОКОНТУРНЫЕ, ДВУХКОНТУРНЫЕ И ТРЕХКОНТУРНЫЕ СХЕМЫ ПГУ**

Содержание темы 10:

Расчет тепловой схемы одноконтурной ПГУ. Расчет тепловой схемы двухконтурной ПГУ. Расчет тепловой схемы трехконтурной ПГУ с промежуточным перегревом пара.

Литература к теме 10: [\[1\]](#)

## **Тема 11. КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ПАРОГАЗОВЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ**

Содержание темы 11:

Назначение и роль котельной установки в ПГУ. Технические требования к котельной установке и котлам-утилизаторам ПГУ. Тепловые схемы котельных установок. Классификация котлов-утилизаторов ПГУ.

Литература к теме 11: [\[1\]](#)

## **Тема 12. ПАРОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ УТИЛИЗАЦИОННЫХ ПГУ**

Содержание темы 12:

Особенности ПТУ утилизационных ПГУ. Паровые турбины утилизационных ПГУ. Конденсаторы паровых турбин утилизационных ПГУ. Теплофикационные установки утилизационных ПГУ.

Литература к теме 12: [\[1\]](#)

## **Тема 13. ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЕ ПГУ-ТЭЦ**

Содержание темы 13:

Теплофикационные установки утилизационных ПГУ. Паровая турбина Т-150-7,7 ЛМЗ для ПГУ-450Т. Котел-утилизатор П-96 ПГУ-450Т Калининградской ТЭЦ-2.

Литература к теме 13: [\[1\]](#)

## **Тема 14. КОМБИНИРОВАННЫЕ СХЕМЫ ПГУ. ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Содержание темы 14:

Преимущества и недостатки ГТУ традиционной конструкции. ПГУ нового поколения фирмы GE Energy. ПГУ нового поколения фирмы Siemens. ПГУ нового

поколения фирмы МНІ. Перспективы совершенствования ГТУ и утилизационных ПГУ.

Литература к теме 14: [1]

### **Тема 15. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ И ХАРАКТЕРИСТИК РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГТУ**

Содержание темы 15:

Конверсионные ГТУ. Характеристики зарубежных ГТУ различных типов. Микротурбинные ГТУ. Компонировка главного корпуса газотурбинной электростанции.

Литература к теме 15: [2]

### **3.3 Практические занятия**

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн./заочн.	Литература
1	Термодинамические расчеты ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты	4 / 1	[1, 2, 3, 4]
2	Термодинамические расчеты паросиловых установок.	4 / 1	[1, 2, 3, 4]
3	Термодинамические расчеты паротурбинных установок с регенерацией и промежуточным перегревом пара.	6 / 1	[1, 2, 3, 4]
4	Тепловой расчет схемы ГТУ открытого цикла с регенерацией теплоты уходящих газов	6 / 1	[1, 2, 3, 4]
5	Расчет параметров тепловой схемы ПГУ	6 / 1	[1, 2, 4]
6	Расчет технико-экономических показателей теплосиловой установки	4 / 1	[1, 2, 3, 4]
<b>ИТОГО:</b>		<b>30 / 8</b>	

### **3.4 Самостоятельная работа студента**

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн.
1	Изучение лекционного материала	30 / 55
2	Подготовка к практическим занятиям	27 / 50
3	Подготовка к лабораторным работам	- / -
4	Выполнение курсового проекта	- / -
5	Выполнение курсовой работы	27 / 27
6	Выполнение индивидуального задания	- / -
<b>ИТОГО:</b>		<b>84 / 132</b>

## 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 / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- 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, нормативно-правовых актах;
- 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, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

## **4.2 Вопросы к экзамену**

Учебным планом экзамен не запланирован.

## **4.3 Критерии оценивания**

Итоговое 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 итоговой 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.

Максимальный балл за промежуточный контроль определяется согласно таблице 1.

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**

Для повышения рейтинга студенты могут заниматься научной работой. 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 (таблица 1) к общей оценке итогового контроля успеваемости.

## 5. Итоговый контроль

Итоговый контроль знаний студентов по дисциплине в соответствии с учебным планом осуществляется в виде зачета.

Оценка знаний студентов осуществляется только по результатам текущего контроля. При этом виды текущего контроля оцениваются в диапазоне от 0 до 100 баллов. Общая оценка знаний студентов определяется путем суммирования баллов за текущее обучение и результатов промежуточных контрольных работ.

К получению зачета допускается студент, который успешно выполнил все задания, предусмотренные учебной программой дисциплины для текущего контроля.

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

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

Вид деятельности	Количество баллов	
	Очная форма 1 сем.	Заочная форма 2 сем.
<b>Аудиторные занятия*<sup>1</sup>, в том числе:</b>	<b>0-60*<sup>1</sup></b>	<b>0-20*<sup>1</sup></b>
- работа на лекционных занятиях	0-30	0-10
- работа на практических (семинарских) занятиях	0-30	0-10
- работа на лабораторных занятиях	-	-
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>0-10</b>	<b>0-50</b>
- подготовка к аудиторным занятиям	-	-
- выполнение индивидуального задания	-	-
- ведение конспекта	0-10	0-50
<b>Проведение промежуточных контрольных работ, в том числе:</b>	<b>0-30</b>	<b>0-30</b>
- написание контрольной работы №1	0-15	-
- написание контрольной работы №2	0-15	0-30
<b>Форма промежуточной аттестации, в том числе:</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
- зачет (подведение результатов работы)	+	+
- экзамен (письменная работа)	-	-
<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 дея- тельности	Оценка ECTS	Оценка по национальной шкале	
		Для экзамена, курсового проекта (работы), прак- тики	Для зачета
90-100	<b>A</b>	отлично	зачтено
80-89	<b>B</b>	хорошо	
75-79	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	удовлетворительно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	неудовлетворительно с возможностью повтор- ной сдачи	не зачтено с возмоз- ностью повторной сдачи
1-34	<b>F*</b> (смотри приме- чание)	неудовлетворительно с обязательным повтор- ным изучением дисци- плины	не зачтено с обяза- тельным повторным изучением дисципли- ны
-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 «Термодинамические расчеты паротурбинных установок с регенерацией и промежуточным перегревом пара.»**

1. Назовите назначение основных элементов паротурбинного энергоблока: энергетического котла, паровой турбины, конденсатора и питательного насоса.
2. Влияние параметров пара на экономичность цикла.
3. Назначение промежуточного перегрева пара.
4. Влияние регенеративного подогрева на тепловую экономичность цикла.
5. Каким образом определяется степень термодинамического совершенства цикла паросиловой установки.
6. В каких аппаратах осуществляется регенеративный подогрев питательной воды?
7. Назовите преимущества и недостатки ТЭС по сравнению с ГЭС и АЭС.
8. Турбина отпускает теплоту в количестве 330 МВт. Переведите это значение в Гкал/ч.
9. В чем преимущество комбинированной выработки электрической и тепловой энергии перед отдельной?

Турбина отпускает теплоту в количестве 330 МВт. Переведите это значение в Гкал/ч.

#### 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 1 сем.	Заочная форма 2 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

### *I Основная литература*

1. Парогазовые установки электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний. — М.: Издательский дом МЭИ, 2013. — 648 с.: ил - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.  
<http://ed.donntu.org/books/20/cd9574.pdf>

### *II Дополнительная литература*

2. Паровые и газовые турбины для электростанций [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний ; под ред. А.Г. Костюка. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/20/cd9575.pdf>

3. Тепловые и газодинамические расчеты газотурбинных установок [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О.В. Комаров, В.Л. Блинов, А.С. Шемякин. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018.— 164 с- 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/20/cd9571.pdf>



## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

4. Методические указания к выполнению практических и контрольных работ по дисциплине «Паровые и газовые турбоустановки» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО –ДОННТУ”, Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: Н.В. Колесниченко, Д. Л. Безбородов, А. Л. Попов, 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/08\\_b1v2\\_p\\_pigt\\_0.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/08_b1v2_p_pigt_0.pdf)

5. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине ««Паровые и газовые турбоустановки» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника (магистерская программа «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО —ДОННТУ”, Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: 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/08\\_b1v2\\_k\\_pigt\\_2\\_0.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/08_b1v2_k_pigt_2_0.pdf)

6. 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 «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО –ДОННТУ”, Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: 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/08\\_b1v2\\_s\\_pigt\\_2\\_0.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/08_b1v2_s_pigt_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 (лаборатория энергоаудита) №4005 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 компью-

тер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиокolonки F&D, аудиокolonки Teac 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: комплект переносного оборудования (газоанализатор MAK-2000M; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3a, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПиR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМІ 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 H=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

2. Учебная аудитория №5435 учебный корпус 5 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, 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: комплект переносного оборудования (газоанализатор MAK-2000M; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3a, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПиR-632, шумомер DB 100, прибор 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 энергоаудита) №4006 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, шкаф; мультимедийное оборудование: переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компью-

тер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиоколонки F&D, аудиоколонки Teac 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: комплект переносного оборудования (газоанализатор 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 ЭПiR-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.