

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный уни-  
верситет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование дисциплины Газотурбинные и парогазовые установки

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

По направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

По профилю подготовки Энергообеспечение предприятий

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

Кафедра Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

**Разработчики:**

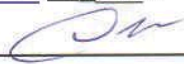
Ст. преподаватель  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись)

/Р.В. Муканов/  
И. О. Ф.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 9 от 25.04.2019 г.


И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись) | Дербасова Е.Н.  
И. О. Ф.


**Согласовано:**

Председатель МКН


«Теплотехника и теплоэнергетика»  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

  
(подпись) | Дербасова Е.Н.  
И. О. Ф.


Начальник УМУ

  
(подпись) | Н.В. Аксюткина  
И. О. Ф.


Специалист УМУ

  
(подпись) | Е.С. Кabanенко  
И. О. Ф.

Начальник УИТ

  
(подпись) | С.В. Третьякова  
И.О. Ф.

Заведующий научной библиотекой

  
(подпись) | Р.С. Клавдивичукина  
И. О. Ф.

## Содержание

	<b>Стр.</b>
1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	7
5.1.1. Очная форма обучения	7
5.1.2. Заочная форма обучения	8
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам	9
5.2.1. Содержание лекционных занятий	9
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	9
5.2.3. Содержание практических занятий	10
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
5.2.5. Темы контрольных работ (разделы дисциплины)	11
5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ	11
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
7. Образовательные технологии	12
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения	14
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины	14
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	16

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью учебной дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки»** является изучение технологии производства электроэнергии и тепла на современных энергетических газотурбинных и парогазовых установках тепловых электростанций.

**Задачами** дисциплины являются:

- получение информации о применяемом на ТЭС оборудовании ГТУ и ПГУ, методах его расчета и проектирования, развитие способностей по выявлению естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- развитие навыков применения основных законов естествознания, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
- научить обучающихся обосновывать конкретные технические решения при проектировании и эксплуатации оборудования ГТУ и ПГУ, проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;
- дать информацию о надежности и экономичности газотурбинных и парогазовых установок.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК – 2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

**знать:**

- основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).
- нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования (ПК-2);

**уметь:**

- проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);
- демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2).

**владеть:**

- нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования (ПК-2);
- способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2).

## **3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина Б1.В.10 «Газотурбинные и парогазовые установки» реализуется в рамках блока «Дисциплины» **вариативной** части.

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Гидрогазодинамика», «Тепломассообменные аппараты», «Топливо и его сжигание», «Техническая термодинамика».

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр – 5 з.е.; всего - 5 з.е.	7 семестр – 2 з.е.; 8 семестр – 3 з.е.; всего - 5 з.е.
<b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b>		
Лекции (Л)	6 семестр – 36 часов; <b>всего - 36 часов</b>	7 семестр – 4 часа; 8 семестр – 4 часа; <b>всего - 8 часов</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	6 семестр – 18 часов; <b>всего - 18 часов</b>	7 семестр – 2 часа; 8 семестр – 4 часа; <b>всего - 6 часов</b>
Практические занятия (ПЗ)	6 семестр – 18 часов; <b>всего - 18 часов</b>	7 семестр – 2 часа; 8 семестр – 4 часа; <b>всего - 6 часов</b>
Самостоятельная работа (СРС)	6 семестр – 108 часов; <b>всего - 108 часов;</b>	7 семестр – 64 часов; 8 семестр – 96 часов; <b>всего - 160 часов</b>
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	семестр – 8
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	семестр – 6	семестр – 8
Зачет	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

**5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**5.1.1. Очная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				СРС	Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС		
				Л	ЛЗ	ПЗ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Раздел 1 Простейшие тепловые схемы различных типов ПГУ	21	6	4	2	2	13	Экзамен.	
2	Раздел 2 Тепловые схемы и показатели ГТУ	21	6	4	2	2	13		
3	Раздел 3. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ	21	6	4	2	2	13		
4	Раздел 4. Эксплуатация и защита ГТУ, пуск и останов	21	6	4	2	2	13		
5.	Раздел 5. Переменные режимы работы ГТУ	21	6	4	2	2	13		
6.	Раздел 6. Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами	23	6	5	2	2	14		
7.	Раздел 7. Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ	23	6	5	2	2	14		
8.	Раздел 8. Комбинированные схемы ПГУ	29	6	6	4	4	15		

	<b>Итого:</b>	180		36	18	18	108	
--	---------------	-----	--	----	----	----	-----	--

### 5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/ п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				СРС	Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС		
				Л	ЛЗ	ПЗ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Раздел 1 Простейшие тепловые схемы различных типов ПГУ	18	7	1	0,5	0,5	16	Учебным планом не предусмотрено	
2	Раздел 2 Тепловые схемы и показатели ГТУ	18	7	1	0,5	0,5	16		
3	Раздел 3. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ	18	7	1	0,5	0,5	16		
4	Раздел 4. Эксплуатация и защита ГТУ, пуск и останов	18	7	1	0,5	0,5	16		
5.	Раздел 5. Переменные режимы работы ГТУ	27	8	1	1	1	24	Экзамен Контрольная работа	
6.	Раздел 6. Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами	27	8	1	1	1	24		
7.	Раздел 7. Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ	27	8	1	1	1	24		
8.	Раздел 8. Комбинированные схемы ПГУ	27	8	1	1	1	24		
	<b>Итого:</b>	180		8	6	6	160		

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1 Простейшие тепловые схемы различных типов ПГУ	Термодинамические циклы, анализ и особенности эксплуатации.
2	Раздел 2 Тепловые схемы и показатели ГТУ	Назначение основных элементов технологических схем. Показатели тепловой экономичности ГТУ. Способы карнотизации цикла Брайтона.
3	Раздел 3. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ	Устройство, назначение и характеристики осевых компрессоров, помпаж. Классификация камер сгорания ГТУ, основные требования к ним. Снижение выбросов экологически вредных веществ в выхлопных газах ГТУ. Газовые турбины – тепловой двигатель установки. Особенности конструкции проточной части. Охлаждение лопаточного аппарата газовых турбин.
4	Раздел 4. Эксплуатация и защита ГТУ, пуск и останов	Эксплуатация и защита ГТУ, станционные системы ГТУ. Пуск и останов ГТУ, характеристики и способы пуска и останова.
5.	Раздел 5. Переменные режимы работы ГТУ	Влияние различных факторов на номинальные параметры установки. Графики и методы изменения электрической нагрузки ГТУ. Системы автоматизации работы ГТУ.
6.	Раздел 6. Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами	Одноконтурные, двухконтурные и трехконтурные схемы паровой ступени ПГУ. Показатели экономичности. Основные элементы ПГУ: котлы-утилизаторы, паровые турбины, их устройство, условия эксплуатации, особенности конструкции.
7.	Раздел 7. Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ	Теплофикационные парогазовые установки с котлом-утилизатором. Примеры тепловых схем, показатели экономичности. Режимы работы ПГУ-ТЭЦ. Газотурбинные ТЭЦ – особенности тепловых схем и способов отпуска теплоты.
8.	Раздел 8. Комбинированные схемы ПГУ	ПГУ с параллельной и полузависимой схемами работы. ПГУ со сбросом газов газовой турбины в топку энергетических котлов. Преимущества и недостатки ПГУ с внутрицикловой газификацией угля. ПГУ с впрыском пара и воды в газовый тракт ГТУ.

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1 Простейшие тепловые схемы различных типов ПГУ	Составление принципиальной тепловой схемы парогазовой установки.
2	Раздел 2 Тепловые схемы и показатели ГТУ	Прогнозирование и определение тепловых показателей газотурбинной установки методами математического моделирования
3	Раздел 3. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ	Изучение конструкции и технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ и моделирование работы её в различных режимах
4	Раздел 4. Эксплуатация и защита ГТУ, пуск и останов	Моделирование работы систем автоматизации газотурбинной установки
5.	Раздел 5. Переменные режимы работы ГТУ	Прогнозирование и моделирование работы ежимы работы газотурбинных установок
6.	Раздел 6. Конденсационные	Изучение конструкции конденсационных ПГУ с котлами-



	ПГУ с котлами-утилизаторами	утилизаторами
7.	Раздел 7. Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ	Разработка теплофикационных схем ПГУ-ТЭЦ
8.	Раздел 8. Комбинированные схемы ПГУ	Изучение конструкции комбинированных схем ПГУ

### 5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1 Простейшие тепловые схемы различных типов ПГУ	Изучение устройства энергетической ГТУ.
2	Раздел 2 Тепловые схемы и показатели ГТУ	Расчет показателей ГТУ в переменных режимах работы.
3	Раздел 3. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ	Построение принципиальных тепловых схем ПГУ с котлом-утилизатором.
4	Раздел 4. Эксплуатация и защита ГТУ, пуск и останов	Изучение методики расчета тепловых схем различных типов ПГУ. Определение показателей экономичности
5.	Раздел 5. Переменные режимы работы ГТУ	Изучение методики расчета газотурбинных ТЭЦ. Показатели экономичности при различных режимах отпуска теплоты внешним потребителям
6.	Раздел 6. Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами	Изучение методики расчета тепловой схемы ПГУ с параллельной схемой работы.
7.	Раздел 7. Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ	Изучение методики расчета теплофикационных GUE-N <sup>W</sup>
8.	Раздел 8. Комбинированные схемы ПГУ	Построение и методика расчета комбинированных схем ПГУ

### 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1 Простейшие тепловые схемы различных типов ПГУ	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5], [6]
2	Раздел 2 Тепловые схемы и показатели ГУ	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5]
3	Раздел 3. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ	Подготовка к практическому занятию.	[1], [2], [4]
4	Раздел 4. Эксплуатация и защита ГТУ, пуск и останов	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5],
5.	Раздел 5. Переменные режимы работы ГТУ	Подготовка к практическому занятию.	[1], [2], [4]
6.	Раздел 6. Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5], [4]

7.	Раздел 7. Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5], [6]
8.	Раздел 8. Комбинированные схемы ПГУ	Подготовка к практическому занятию.	[1], [2], [4]

### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1 Простейшие тепловые схемы различных типов ПГУ	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к выполнению контрольной работы.	[1], [3], [5], [6]
2	Раздел 2 Тепловые схемы и показатели ГУ	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5]
3	Раздел 3. Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к выполнению контрольной работы.	[1], [2], [4]
4	Раздел 4. Эксплуатация и защита ГТУ, пуск и останов	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к выполнению контрольной работы.	[1], [3], [5],
5.	Раздел 5. Переменные режимы работы ГТУ	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к выполнению контрольной работы.	[1], [2], [4]
6.	Раздел 6. Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к выполнению контрольной работы.	[1], [3], [5], [4]
7.	Раздел 7. Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к выполнению контрольной работы.	[1], [3], [5], [6]
8.	Раздел 8. Комбинированные схемы ПГУ	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к выполнению контрольной работы.	[1], [2], [4]

#### 5.2.5. Темы контрольных работ

Тема контрольной работы «Расчет цикла парогазовой установки»

#### 5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ.

Учебным планом не предусмотрено

#### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности студента
1	2
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно. Фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	На практических занятиях обучающиеся систематизируют, закрепляют и углубляют знания теоретического характера; учатся приемам решения практических задач, овладевают навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий; работают с книгой, служебной документацией

	и схемами, пользуются справочной и научной литературой; формируют умение учиться самостоятельно.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу
Самостоятельная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки»

### Традиционные образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки», проводятся с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практические занятия— занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях с применением различных образовательных технологий. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи и интуиция.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

### Интерактивные технологии

По дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному контролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний студентов и разбор сделанных ошибок.

По дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» практические и лабораторные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать

навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Трухний, А. Д. - Парогазовые установки электростанций Парогазовые установки электростанций. – М.: Издательство Издательский дом МЭИ, 2013. – 125 с.
2. Ольховский Г. Г. , Казарян В. А. , Столяревский А. Я. Воздушно-аккумулирующие газотурбинные электростанции (ВАГТЭ). – М.: Издательство Института компьютерных исследований, 2011. - 358 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=468370&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468370&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.
3. Сербин В.П., Мелешин В.В Основы расчета энергетических установок: Практикум: Теория, расчет и проектирование газотурбинных энергетических установок . – Ставрополь.: Издательство СКФУ, 2016. - 102 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=459191&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=459191&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

#### ***а) дополнительная учебная литература:***

4. Газотурбинные энергетические установки: учеб.пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Теплоэнергетика" / под ред. С. В. Цанева. – М.: Издательство МЭИ, 2011. – 428 с.
5. Стоянов Н. И. , Смирнов С. С. , Смирнова А. В. Теоретические основы теплотехники : техническая термодинамика и тепломассообмен. – Ставрополь.: Издательство СКФУ, 2014. - 225 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=457750&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=457750&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.
6. Беляев С. А. , Воробьев А. В. , Литвак В. В. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: Учебное пособие. – Томск.: Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 248 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=442071&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=442071&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

#### ***в) перечень учебно-методического обеспечения:***

1. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки». АГАСУ, 2017. - 55 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru> Дата обращения: 25.05.2017.
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки». АГАСУ, 2017. - 62 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru> Дата обращения: 25.05.2017.

### **8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

- Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
- Office Pro+ Dev SL A Each Academic;
- Справочная Правовая Система КонсультантПлюс;
- ApacheOpenOffice;
- 7-Zip;
- AdobeAcrobatReader DC;
- InternetExplorer;
- GoogleChrome;
- MazillaFirefox;
- VLC mediaplayer;

- Dr.Web Desktop Security Suite.

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

#### *Список перечня ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины*

Электронная информационно-образовательная среда Университета, включает в себя:

1. Образовательный портал (<http://edu.aucu.ru>)

Системы интернет-тестирования:

2. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования. Информационно-аналитическое сопровождение тестирования студентов по дисциплинам профессионального образования в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования» (<http://i-exam.ru>)

Электронно-библиотечная системы:

3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>)

### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Аудитория для лекционных занятий 414006, г. Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6	<b>№202, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
2.	Аудитория для практических занятий 414006, г. Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6	<b>№301, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
3.	Аудитория для лабораторных занятий: 414056, г. Астрахань, Главный учебный корпус, ул. Татищева, 18, литер А, аудитория №207, 209, 211, 312	<b>№207, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
4.	Аудитория для самостоятельной работы: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, аудитории №207, №209, №211, №312, главный учебный корпус 414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №302, учебный корпус №6	<b>№207, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		<b>№209, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		<b>№211, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет

		<b>№312, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Доступ к сети Интернет
		<b>№302, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Доступ к сети Интернет
5.	Аудитория для п групповых и индивидуальных консультаций Пер. 414006, г. Астрахань, Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №303 учебный корпус №6	<b>№202, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
		<b>№301, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
6.	Аудитория для проведения текущей аттестации и промежуточного контроля 414006, г. Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №303 учебный корпус №6	<b>№202, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект
		<b>№301, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект
7.	Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №106, учебный корпус №6	<b>№106, учебный корпус №6</b> Инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования

#### **10. Особенности организации обучения по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Газотурбинные и парогазовые установки» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

## Аннотация

к рабочей программе дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Целью освоения дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» является формирование уровня освоения компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина «Газотурбинные и парогазовые установки» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Физика», «Химия», «Газоснабжение», «Топливо и его сжигание», «Источники и системы теплоснабжения».

Краткое содержание дисциплины:

- Раздел 1 «Простейшие тепловые схемы различных типов ПГУ»
- Раздел 2. «Тепловые схемы и показатели ГТУ»
- Раздел 3. «Основные элементы технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ»
- Раздел 4. «Эксплуатация и защита ГТУ, пуск и останов»
- Раздел 5. «Переменные режимы работы ГТУ»
- Раздел 6. «Конденсационные ПГУ с котлами-утилизаторами»
- Раздел 7. «Теплофикационные ПГУ-ТЭЦ»
- Раздел 8. «Комбинированные схемы ПГУ»

И.о. заведующего кафедрой

  
подпись

/Дербасова Е.М. /  
И. О. Ф.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
«Газотурбинные и парогазовые установки»

ОПОП ВО по направлению подготовки / специальности  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»  
по программе бакалавриата

Шамсудинов Тагир Фасхидинович (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – ст. преподаватель Р.В. Муканов.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 г, №1081 и зарегистрированного в Минюсте России 30.10.2015г., №39559.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины», части, формируемой участниками образовательных отношений».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль)/ «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Энергообеспечение предприятий» закреплена 2 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, иметь навыки соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Газотурбинные и парогазовые установки» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и курсового проекта. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике



дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Энергообеспечение предприятий» представлены: типовыми вопросами к экзамену, тестами входного и выходного контроля, заданиями к курсовому проекту, тематикой лабораторных занятий.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по программе бакалавриата, разработанная ст. преподавателем Мукановым Р.В. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Директор, ООО «НПРФ «Ярканон»



*(Handwritten signature)*  
(подпись)

/ Шамсудинов Т.Ф. /  
И. О. Ф.

## **РЕЦЕНЗИЯ**

**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
«Газотурбинные и парогазовые установки»**

**ОПОП ВО по направлению подготовки / специальности  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»  
по программе бакалавриата**

Аляутдинова Ю.А. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – ст. преподаватель Р.В. Муканов.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 г, №1081 и зарегистрированного в Минюсте России 30.10.2015г., №39559.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины», части, формируемой участниками образовательных отношений».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль)/ «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Энергообеспечение предприятий» закреплена 2 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, иметь навыки соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Газотурбинные и парогазовые установки» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и курсового проекта. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике

дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Энергообеспечение предприятий» представлены: типовыми вопросами к экзамену, тестами входного и выходного контроля, заданиями к курсовому проекту, тематикой лабораторных занятий.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Газотурбинные и парогазовые установки» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Газотурбинные и парогазовые установки» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по программе бакалавриата, разработанная ст. преподавателем Мукановым Р.В. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

К.т.н., доцент кафедры

«Инженерные системы и экология»

  
(подпись)

/Ю.А. Аляутдинова/

**Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины**  
**«Газотурбинные и парогазовые установки»**  
(наименование дисциплины)

**на 2020- 2021 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 8 от 16 марта 2020 г.

И.о. зав. кафедрой  
доцент, к.т.н.  
ученая степень, ученое звание

  
подпись

/ Е.М. Дербасова /  
И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В п.8.1. внесены следующие изменения:

а) Бершадский, В.А. Расчёт и анализ термодинамических циклов тепловых машин : учебное пособие : [16+] / В.А. Бершадский ; Технологический университет. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 56 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572171> (дата обращения: 09.05.2021). – Библиогр.: с. 31. – ISBN 978-5-4499-0550-5. – Текст : электронный.

б) Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности : учебное пособие / Г.Г. Васильев, А.Н. Гульков, Ю.Д. Земенков и др. ; под ред. Ю.Д. Земенкова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 609 с. : ил., табл., схем. – (Библиотека нефтегазодобытчика и его подрядчиков (Service)). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564375> (дата обращения: 09.05.2021). – Библиогр.: с. 599-605. – ISBN 978-5-9729-0315-3.

Составители изменений и дополнений:

ст. преподаватель.  
ученая степень, ученое звание

  
(подпись)

/ Р.В. Муканов /  
И.О. Фамилия

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

доцент, к.т.н.  
ученая степень, ученое звание

  
подпись

/ Е.М. Дербасова /  
И.О. Фамилия

« 13 » марта 2020 г.

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Наименование дисциплины**

Газотурбинные и парогазовые установки

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки**

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

**По профилю подготовки** Энергообеспечение предприятий

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

**Кафедра**

Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

**Разработчики:**

Ст. преподаватель  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись)

/Р.В. Муканов/  
И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 9 от 25.04.2019 г.

И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись)

Дербасова Е.И.  
И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКН

«Теплотехника и теплоэнергетика»  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

  
(подпись)


Дербасова Е.И.  
И. О. Ф.

Начальник УМУ

  
(подпись)

И.В. Аксютина  
И. О. Ф.

Специалист УМУ

  
(подпись)

Е.С. Лобанкина  
И. О. Ф.

## СОДЕРЖАНИЕ:

	<b>Стр.</b>
1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля	6
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
1.2.3. Шкала оценивания	10
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	11
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	15
<i>Приложение 1</i>	16
<i>Приложение 2</i>	17
<i>Приложение 3</i>	18

# 1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлен в виде отдельного документа

## 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 2)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1)								Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОПК – 2 - способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать:									
	основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	X	X	X	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 1-7) Контрольная работа (вопросы 1-3)
	Уметь:									
	демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	X	X	X	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 8-14) Контрольная работа (вопросы 4-6)
	Владеть:									
	способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	X	X	X	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 15-21) Контрольная работа (вопросы 7-9). Защита лабораторной работы №1,2,3,4 (вопросы 1-7)
ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методическим материалам	Знать:									
	нормативную базу в области инженерных расчетов	X	X	X	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 22-28)



<p>дикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>	нерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования									
	Уметь:									
	проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	X	X	X	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 29-35) Контрольная работа (вопросы 10-13)
	Владеть:									
	нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	X	X	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 36-42) Контрольная работа (вопросы 14-16). Защита лабораторной работы №5,6,7,8 (вопросы 8-16)	

## 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля

Наименование оценочного средства <b>1</b>	Краткая характеристика оценочного средства <b>2</b>	Представление оценочного средства в фонде <b>3</b>
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите

**1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
ОПК – 2 - способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	<b>Знает:</b> (ОПК-2) - основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Обучающийся не знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Обучающийся имеет основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала	Обучающийся твердо знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, четко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	<b>Умеет:</b> (ОПК-2) - демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Не умеет демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу,	В целом успешное, но не системное умение обрабатывать на научной основе полученные данные	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Сформированное умение использовать на практике демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности

исследования		большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено			
ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проек-	<b>Знает:</b> ( ПК-2) - нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	Обучающийся не знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	Обучающийся имеет знания нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала	Обучающийся твердо знает материал, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, чётко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	<b>Владеет:</b> (ОПК-2) - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Обучающийся не владеет способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено	В целом успешное, но не системное владение навыками способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение навыками способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Успешное и системное владение навыками способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, умение их использовать на практике при решении конкретных задач

тирования в соответствии с техническим заданием	<p><b>Умеет:</b> (ПК-2) - проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>	<p>Не умеет проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу.</p>	<p>В целом успешное, но не системное умение обрабатывать полученные данные.</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умение нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>	<p>Умеет оформлять результаты нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>
	<p><b>Владеет:</b> (ПК-2) - нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>	<p>Обучающийся не владеет способностью нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.</p>	<p>В целом успешное, но не системное владение навыками нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>	<p>Успешное и системное владение навыками нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, умение их использовать на практике при решении конкретных задач.</p>

### 1.2.3 Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
--------------------	---------------------------	---------------------

высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

**2.1.Экзамен**

*а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 1)*

*б) критерии оценивания*

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№п /п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:**

**2.2 Контрольная работа**

*а) типовые задания к контрольной работе (Приложение 2)*

б) критерии оценивания

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

### 2.3. Защита лабораторной работы

а) Тематика лабораторных работ (Приложение 3)

б) критерии оценивания

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№	Оценка	Критерии оценки
---	--------	-----------------



<b>п/п</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными матрицей компетенций ООП (приложение к ООП). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

**2-этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды вставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
2	Контрольная работа	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	журнал успеваемости преподавателя
3	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	Защита лабораторной работы

Удовлетворительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

**Типовые вопросы к экзамену  
ОПК-2 (знать)**

1. Принципиальная схема ГТУ, изображение цикла ГТУ в T-S координатах.
2. Применение I начала термодинамики при расчете параметров во входном устройстве, компрессоре, регенераторе, камере сгорания газовой турбине и выходном диффузоре.
3. Термодинамический расчет входного устройства и компрессора.
4. Термодинамический расчет камеры сгорания.
5. Термодинамический расчет газовой турбины.
6. Температура рабочего тела за компрессором при известном политропическом КПД.
7. Температура рабочего тела за турбиной при известном политропическом КПД.

**ОПК-2 (уметь)**

8. Регенеративная ГТУ. К КС ТВД СТ Н 2 3 1 4 а R 41 S 5 К КС ТВД СТ Н 2 3 41 4 5 1 а КСППГ 31 9
9. ГТУ с промежуточным охлаждением в процессе сжатия.
10. ГТУ с промежуточным подогревом в процессе расширения.
11. ГТУ по циклу Зотикова.
12. ГТУ по циклу Уварова.
13. Парогазовые установки.
14. Газопаровые установки. Контроль 2

**ОПК-2 (владеть)**

15. Основные уравнения теории турбомашин.
15. Основные параметры осевой компрессорной ступени.
16. Расчет ступени осевого компрессора.
17. Треугольники скоростей в ступени осевого компрессора.
18. Закрутка лопаток осевого компрессора по радиусу. 19
19. Профилирование компрессорных решеток.
20. Потери энергии в ступени осевого компрессора. 21
21. Характеристики компрессоров.

**ПК-2 (знать)**

22. Помпаж в компрессорах.
23. Параметры технического состояния компрессора по данным диагностики.
24. Основные параметры турбинной ступени.
25. Треугольники скоростей в турбинной ступени.
26. Закрутка лопаток турбины по радиусу.
27. Потери энергии в турбинной ступени.
28. КПД турбинной ступени.

**ПК-2 (уметь)**

29. Характеристики турбин.
30. Охлаждаемые газовые турбины.
31. Параметры технического состояния турбин по данным диагностики.
32. Технические требования, предъявляемые при проектировании газовых турбин.
33. Конструктивные схемы газовых турбин.
34. Потеря теплоты от механической неполноты сгорания.

**ПК-2 (владеть)**

35. Потеря теплоты от наружного охлаждения.
36. Потеря теплоты с физической теплотой шлаков и другие потери.
37. Зависимость КПД котла от нагрузки.
38. Эксергетический баланс котла.
39. Классификация топков.

40. Показатели работы топочных устройств.
41. Топки, классификация горелок для газообразного топлива.
42. Сжигание газообразного топлива.

### Типовые задания к контрольной работе ЗАДАНИЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ.

Парогазовая установка (см. схему на рис. 1), состоящих из газовых турбин в количестве  $n$  штук и мощностью каждая  $N$  (МВт) и такого же количества «котлов–камер сгорания», работающих под наддувом центробежных компрессоров, насаженных на вал газовой турбины. Степень сжатия в центробежных компрессорах –  $\lambda$ . Температура воздуха на входе в компрессор –  $t^{\circ}\text{C}$ ., давление  $P_c$  (МПа). Температура горячих газов на выходе из «котла–камеры сгорания» в газовую турбину –  $t_a^{\circ}\text{C}$ . Давление в пароводяном тракте котла, находящееся внутри камеры сгорания –  $P_1$  МПа, а температура перегретого водяного пара на выходе из парогревателя –  $t_1^{\circ}\text{C}$ . Давление в конденсаторе ПСУ –  $P_2$  МПа.

Рассчитать:

- 1) – параметры пара и газа в узловых точках соответственно цикла паросиловой ПСУ и газотурбинной ГТУ установок;
  - изменение внутренней энергии, количество теплоты и количество работы применительно к термодинамическим процессам циклов паросиловой и газотурбинной установок;
  - термический КПД газотурбинного, пароводяного и парогазового циклов.
- 2) Построить схему ПГУ и дать подробное описание принципа ее работы и назначение элементов.
- 3) Построить принципиальный цикл ПГУ в диаграмме T-S и дать подробный анализ процессов ГТУ и ПСУ.

В задаче принять теплоемкость газа постоянной и равной теплоемкости воздуха.

#### Варианты ПГУ для контрольной работы

№	Кол-во ГТУ в ПГУ, шт.	Мощность ГТУ, МВт $N_{ГТУ}$	Степень сжатия в компрессоре ГТУ, $\lambda$	Т-ра воздуха на входе в компрессор, $t_c^{\circ}\text{C}$	Т-ра газа на входе в газовую турбину, $t_a^{\circ}\text{C}$	Давление в пароводяном тракте котла ПСУ $P_1$ , МПа	Т-ра перегретого водяного пара на входе в газовую турбину $t_1,^{\circ}\text{C}$	Давление в конденсаторе ПСУ $P_2$ , МПа	№ варианта
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1,5	5,2	25	800	1,7	400	0,0050	1
2	2	1,5	6	15	750	1,5	450	0,0045	2
3	1	2,0	6	20	750	1,8	500	0,0040	3
4	2	2,0	4,5	28	780	1,6	430	0,0060	4
5	3	2,0	4,7	27	740	1,9	520	0,0040	5
6	1	4,0	6	18	760	2,0	510	0,0050	6
7	2	4,0	4,8	26	810	1,9	500	0,0040	7
8	1	6,0	5,5	24	730	2,1	530	0,0060	8
9	2	6,0	5,7	20	780	1,8	490	0,0040	9
10	1	9,0	5,8	22	820	2,2	460	0,0050	10
11	2	9,0	5,1	29	720	1,9	480	0,0040	11
12	1	10,0	4,9	28	770	2,1	510	0,0060	12
13	2	10,0	6	12	710	2,3	530	0,0040	13
14	1	25,0	6,4	12	810	2,2	520	0,0050	14
15	2	25,0	6,5	10	820	2,4	540	0,0040	15
16	3	4,0	4,5	25	820	1,8	500	0,006	16
17	3	4,5	5,2	18	750	1,6	480	0,007	17
18	2	5,5	4,8	22	720	1,7	510	0,01	18
19	2	7,0	5,5	21	740	1,8	490	0,009	19
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	1	11,0	6,1	24	770	2,1	500	0,004	20
21	1	12,0	5,8	19	760	1,9	480	0,005	21
22	2	21,0	6,2	22	750	2,0	490	0,007	22
23	2	2,5	6,0	20	790	1,5	450	0,006	23
24	2	2,7	5,0	18	740	1,6	450	0,01	24
25	3	12	5,3	24	770	1,8	470	0,009	25

26	3	13	5,7	16	800	2,2	510	0,005	26
27	3	14	5,6	18	790	2,1	490	0,006	27
28	2	15	5,7	15	780	2,0	480	0,007	28
29	2	16	5,2	17	810	2,2	510	0,008	29
30	2	17	5,0	20	800	2,0	500	0,007	30
31	2	18	4,9	21	810	2,1	480	0,01	31
32	2	19	5,1	18	790	2,3	510	0,004	32
33	3	1,6	5,1	25	790	1,8	410	0,005	33
34	3	1,7	5,2	24	780	1,9	420	0,006	34
35	3	1,8	5,3	23	770	1,7	430	0,007	35
36	3	1,9	5,4	22	760	1,6	440	0,008	36
37	2	2,0	5,5	21	750	2,0	450	0,009	37
38	2	2,1	5,6	20	780	2,1	460	0,004	38
39	2	2,2	5,7	19	760	1,5	450	0,005	39
40	2	2,3	5,8	18	730	1,6	460	0,006	40
41	2	2,4	5,9	17	740	1,9	480	0,007	41
42	2	2,5	6,0	16	750	2,3	510	0,004	42
43	1	2,6	6,1	15	760	2,2	500	0,006	43
44	1	2,7	6,2	16	770	2,3	510	0,008	44
45	1	2,8	6,3	17	770	2,0	490	0,004	45
46	1	2,9	6,4	18	780	1,8	480	0,005	46
47	2	3,0	6,5	19	800	2,1	500	0,004	47
48	2	3,1	6,0	18	810	1,9	490	0,005	48
49	2	3,2	5,9	17	800	2,2	520	0,004	49
50	2	3,5	5,8	16	790	2,0	490	0,007	50

### Вопросы к контрольной работе

#### ОПК-2 (Знать)

1. Принципиальная схема камеры сгорания.
2. Основные параметры камер сгорания.
3. Принципы организации рабочего тела в камере сгорания.

#### ОПК-2 (Уметь)

4. Классификация камер сгорания.
5. Уравнение материального баланса в камере сгорания.
6. Уравнение теплового баланса в камере сгорания.

#### ОПК-2 (Владеть)

7. Параметры технического состояния камер сгорания
8. Характеристики камер сгорания
9. Классификация теплообменных аппаратов

#### ПК-2 (Знать)

10. Основные расчетные соотношения при проектировании теплообменных аппаратов
11. Расчет регенератора
12. Расчет воздухоохладителя ГТУ

#### ПК-2 (Уметь)

13. Гидравлические потери в теплообменных аппаратах ГТУ
14. Параметры технического состояния ГТУ по диспетчерским данным
15. Работа ГТУ на режимах частичной мощности

#### ПК-2 (Владеть)

16. Построение резонансной диаграммы лопаточного аппарата
17. Расчет критических частот вращения ротора турбины и оценки его надежности
18. Расчеты на прочность элементов корпуса турбины

## Тематика лабораторных работ

### Владеть (ОПК-2)

Лабораторная работа №1. Составление принципиальной тепловой схемы парогазовой установки.

Лабораторная работа №2. Прогнозирование и определение тепловых показателей газотурбинной установки методами математического моделирования

Лабораторная работа №3. Изучение конструкции и технологической схемы газотурбинного двигателя ГТУ и моделирование работы её в различных режимах

Лабораторная работа №4. Моделирование работы систем автоматизации газотурбинной установки

### Владеть (ПК-2)

Лабораторная работа №5. Прогнозирование и моделирование работы режимы работы газотурбинных установок

Лабораторная работа №6 Изучение конструкции конденсационных ПГУ с котлами-утилизаторами

Лабораторная работа №7 Разработка теплофикационных схем ПГУ-ТЭЦ

Лабораторная работа №8 Изучение конструкции комбинированных схем ПГУ

## Вопросы к лабораторным работам

### ОПК-2 (владеть)

1. Показатели экономичности турбоустановок ТЭС и АЭС.
2. Процесс расширения в турбинной ступени. Расчет треугольников скоростей.
3. Выбор профилей турбинных решеток и оценки их эффективности. Расчет дополнительных потерь ступени. Внутренний относительный КПД
4. Методика теплового расчета турбинной ступени
5. Расчет числа ступеней паровой турбины и размеров ее последней ступени. Определение числа ЦНД
6. Расчеты статической прочности рабочих лопаток турбинных ступеней. Расчет осевых нагрузок. Влияние начальных и конечных параметров пара на мощность турбины
7. Расчет переменного режима турбинной ступени и отсека паровой турбины. Зачет.

### ПК-2 (владеть)

8. Теплофикационные турбины. Расчеты режимов турбин с регулируемыми отборами
9. Тепловой расчет конденсатора турбоустановки
10. Показатели САР и параллельная работа турбоагрегатов. Схемы систем автоматического регулирования конденсационных и теплофикационных паровых турбин
11. Построение резонансной диаграммы лопаточного аппарата
12. Расчет критических частот вращения ротора турбины и оценки его надежности
13. Расчеты на прочность элементов корпуса турбины
14. Расчеты показателей экономичности ГТУ
15. Расчеты газовых турбин
16. Выбор паровой турбины для ПГУ. Особенности ее теплового расчета.