



КГУУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИТЭ  
протокол №8 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института теплоэнергетики

*Наименование института*

С.О. Гапоненко

« 30 » мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.04.06 Комбинированные энергоустановки ТЭС

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

*(Код и наименование направления подготовки)*

Направленность(и)  
(профиль(и))

\*

Тепловые электрические станции

*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация

Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

\* Наименование направленности (профиля) указывается только для дисциплин специализированного модуля 2

г. Казань, 2023

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
АТЭС	доцент, к.т.н.,	Ляпин А.И.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	кафедра - разработчик, выпускающая кафедра - кафедра АТЭС	18.05.2023	№23	_____ Зав. кафедрой АТЭС, д.х.н., профессор Чичирова Н.Д.
Согласована	Учебно- методический совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	№9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет Института теплоэнергетики	30.05.2023	№9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

Целью освоения дисциплины «Комбинированные энергоустановки ТЭС» является изучение принципов функционирования, принципиальных тепловых и технологических схем современных комбинированных энергетических установок (в том числе энергоблоков с газотурбинными и парогазовыми установками) электростанций, которые составляют основу отечественной тепловой энергетики.

Задачами освоения дисциплины являются:

- получение знаний в области производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, включающих комбинированные энергетические установки;
- приобретение навыков расчета тепловых и технологических схем комбинированных энергетических установок ТЭС, а также определения технико-энергетических характеристик и технологических параметров их работы во всех режимах эксплуатации;
- приобретение обучающимися навыков подготовки к пуску, проведения предпусковых операций и пусковых режимов комбинированных энергетических установок ТЭС и ее основного и вспомогательного оборудования;
- приобретение обучающимися навыков управления и контроля за параметрами и показателями работы комбинированных энергетических установок ТЭС в пусковых, нормальных и переходных режимах работы, а также при возникновении аварийных и нештатных ситуаций;
- сформировать знания, умения и навыки, позволяющие успешно пройти государственную итоговую аттестацию.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций	ПК-1.1 Выполняет расчеты котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций
	ПК-1.3 Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций
ПК-2 Способен разрабатывать регламенты деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС	ПК-2.1 Принимает участие в разработке производственных инструкций
	ПК-2.2 Применяет специализированное программное обеспечение для решения задач эксплуатации ТЭС

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Введение в инженерную деятельность, Тепловые и атомные электрические станции, Котельные установки и парогенераторы, Тепломассообменное оборудование

предприятий, Автоматизация технологических процессов, Энергетические машины, аппараты и установки, Технологические энергоносители предприятий

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Режимы работы и эксплуатация ТЭС, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	3	108	108
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА*</b>	-	42	42
<b>АУДИТОРНАЯ РАБОТА</b>	0,9	34	34
Лекции	0,5	18	18
Практические занятия	0,2	8	8
Лабораторные работы	0,2	8	8
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	2,1	74	74
Проработка учебного материала	2,1	74	74
Подготовка к промежуточной аттестации	0	0	0
Промежуточная аттестация:			3
			-

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			4
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	3	108	108
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА*</b>	-	23	23
<b>АУДИТОРНАЯ РАБОТА</b>	0,4	14	14
Лекции	0,2	6	6
Практические занятия	0,1	4	4
Лабораторные работы	0,1	4	4
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	2,6	94	94
Проработка учебного материала	2,5	90	90
Подготовка к промежуточной аттестации	0,1	4	4
Промежуточная аттестация:			3
			-

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	68	12		8	48	ТК1	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-2.1
Раздел 2	40	6	8		26	ТК2	ПК-1.1, ПК-2.2
Зачет	0				0	<b>ОМ1</b>	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>74</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Техничко-энергетические характеристики работы комбинированных энергетических установок ТЭС

Тема 1.1. Технологические схемы комбинированных энергетических установок ТЭС.

Тема 1.2. Основное и вспомогательное оборудование комбинированных энергетических установок ТЭС.

Тема 1.3. Показатели работы и эффективности комбинированных энергетических установок ТЭС.

Раздел 2. Эксплуатация энергоблоков ТЭС с газотурбинными и парогазовыми установками

Тема 2.1. Переменные режимы работы энергоблоков с газотурбинными и парогазовыми установками.

Тема 2.2. Компоновка ТЭС с энергоблоками ГТУ, ПГУ.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Определение технико-энергетических характеристик и показателей работы газотурбинных и парогазовых установок, 2 час.

Расчет принципиальной тепловой схемы двухконтурной парогазовой установки, 6 час.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Продувка газопроводов. Включение в работу системы ГДК на тренажере-симуляторе ПГУ-450 МВт, 2 час.

Подготовка газовой турбины (ГТ-41) к пуску на тренажере-симуляторе ПГУ-450 МВт, 2 час

Пуск газовой турбины на тренажере-симуляторе ПГУ-450 МВт, 2 час.

Включение в работу сетевых подогревателей на тренажере-симуляторе ПГУ-450 МВт, 2 час.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.1	знать:				
		Методологию расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС	Знает методологию расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС, при ответе не допускает ошибок	Знает методологию расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает методологию расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.
		уметь:				
		Определять технико-энергетические характеристики и технологические параметры работы комбинированных энергетических установок ТЭС	Демонстрирует умение определять технико-энергетические характеристики и технологические параметры работы комбинированных энергетических установок ТЭС, не	Демонстрирует умение определять технико-энергетические характеристики и технологические параметры работы комбинированных энергетических установок ТЭС,	Демонстрирует умение определять технико-энергетические характеристики и технологические параметры работы комбинированных энергетических установок ТЭС,	При определении технико-энергетических характеристик и технологических параметров в работы комбинированных энергетических установок ТЭС, допускает

			допускает ошибок.	допускает несколько негрубых ошибок.	допускает множество негрубых ошибок.	грубые ошибки.
		владеть:				
		Навыками оценки энергетической эффективности работы комбинированн ых энергетических установок ТЭС	Может без ошибок и недочетов продемонст рировать навыки оценки энергетичес кой эффективно сти работы комбиниро ванных энергетичес ких установок ТЭС	При демонстра ции навыков оценки энергетиче ской эффективн ости работы комбиниро ванных энергетиче ских установок ТЭС допускает несколько негрубых ошибок	Демонстри рует минимальн ый набор навыков при проведени и оценки энергетиче ской эффективн ости работы комбиниро ванных энергетиче ских установок ТЭС	При оценке энергетич еской эффектив ности работы комбинир ованных энергетич еских установок ТЭС не может продемон стрироват ь базовые навыки, допускает грубые ошибки.
		знать:				
		Номенклатуру и технические характеристики оборудования, трубопроводов и арматуры комбинированн ых энергетических установок	Знает номенклату ру и технически е характерист ик и оборудован ия, трубопрово дов и арматуры комбиниро ванных энергетичес ких установок, при ответе не допускает ошибок	Знает номенклат уру и техническ ие характерис тик и оборудова ния, трубопров одов и арматуры комбиниро ванных энергетиче ских установок, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает номенклат уру и техническ ие характерис тик и оборудова ния, трубопров одов и арматуры комбиниро ванных энергетиче ских установок, при ответе допускает множество негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минималь ных требовани й, при ответе допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Осуществлять выбор технологическо го оборудования комбинированн	Умеет без ошибок выбирать технологич еское оборудован	Умеет выбирать технологи ческое оборудова ния	Демонстри рует умение осуществл ять выбор технологи	При осуществл ении выбора технологи ческого
ПК-1	ПК-1.3					

		ых энергоустановок ТЭС	ия комбинированных энергоустановок ТЭС	комбинированных энергоустановок ТЭС, при этом допускает несколько негрубых ошибок	ческого оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при этом допускает множество негрубых ошибок	оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Навыками работы с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, включающих описание, данные параметров работы и технические характеристики оборудования, трубопроводов и арматуры при проведении расчетов тепловых схем, и проектирования технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС	Может без недочетов и недостатков продемонстрировать навыки работы с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, включающих описание, данные параметров работы и технические характеристики и оборудования, трубопроводов и арматуры комбинированных энергоустановок ТЭС	При демонстрации навыков работы с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, позволяющей выбирать технологическое оборудование, трубопроводы и арматуру комбинированных энергоустановок ТЭС, имеют место несущественные и негрубые недочеты	Демонстрирует минимальный набор навыков при работе с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, позволяющей выбирать технологическое оборудование, трубопроводы и арматуру комбинированных энергоустановок ТЭС	При работе с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, позволяющей выбирать технологическое оборудование, трубопроводы и арматуру комбинированных энергоустановок ТЭС не может продемонстрировать базовые навыки
		знать:				
ПК-2	ПК-2.1	Порядок разработки инструкций по эксплуатации оборудования комбинированных	Знает порядок разработки инструкций по эксплуатац ии	Знает порядок разработки инструкций по эксплуатац ии	Плохо знает порядок разработки инструкций по эксплуатац	Уровень знаний ниже минимальных требований, при



		энергоустановок ТЭС	оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при ответе не допускает ошибок	оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	и оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	ответе допускает грубые ошибки.
		уметь:				
		Разрабатывать инструкции по эксплуатации оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС	Умеет без ошибок выбирать технологическое оборудование комбинированных энергоустановок ТЭС	Умеет выбирать технологическое оборудование комбинированных энергоустановок ТЭС, при этом допускает несколько негрубых ошибок	Демонстрирует умение осуществлять выбор технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при этом допускает множество негрубых ошибок	При осуществлении выбора технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Навыками контроля и оценки соблюдения персоналом положений производственных инструкций	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки контроля и оценки соблюдения персоналом положений производственных инструкций	При демонстрации навыков контроля и соблюдения персоналом положений производственных инструкций допускает несколько негрубых ошибок	Демонстрирует минимальный набор навыков контроля и оценки соблюдения персоналом положений производственных инструкций	Не может продемонстрировать базовые навыки соблюдения персоналом положений производственных инструкций, допускает грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.2	знать:				
		Структуру, интерфейс и мнемосхемы	Знает структуру, интерфейс	Знает структуру, интерфейс	Плохо знает структуру,	Уровень знаний ниже

	компьютерного тренажера-симулятора энергоблока ТЭС	и мнемосхемы компьютерного тренажера-симулятора энергоблока ТЭС, при ответе не допускает ошибок	и мнемосхемы компьютерного тренажера-симулятора энергоблока ТЭС, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	интерфейс и мнемосхемы компьютерного тренажера-симулятора энергоблока ТЭС, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.
уметь:					
	Осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора	Умеет без ошибок осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора	Умеет осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора, при этом допускает несколько негрубых ошибок	Умеет осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора, при этом допускает множество негрубых ошибок	Не может осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора, или операции, проводимые на тренажере приводят к останову энергоблока
владеть:					
	Навыками работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока	При демонстрации навыков работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС допускает	Демонстрирует минимальный набор навыков работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС,	Не может продемонстрировать базовые навыки работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС,

			а ТЭС	несколько негрубых ошибок	допускает множество негрубых ошибок	допускает грубые ошибки
--	--	--	-------	---------------------------------	--	-------------------------------

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

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

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие / С. В. Цанев. - 3-е изд., стер. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2020. - 573 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html>. - ISBN 978-5-383-01424-0. - Текст: электронный.

2. Рогалев, Н.Д. Тепловые электрические станции: учебник / Н. Д. Рогалев, А.А. Дудолин, Е. Н. Олейникова. - Москва: НИУ МЭИ, 2022. - 768 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/307250> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

1. Компьютерный тренажёрно-аналитический комплекс блока ПГУ-450 МВт: практикум / Н. Д. Чичирова [и др.]; под общ. ред. Н. Д. Чичировой. - Казань: КГЭУ, 2019. - 280 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - Текст : электронный.

2. Методы расчетов тепловых систем ТЭС : методические указания к лабораторным работам / сост. Ю. В. Абасев. - Казань : КГЭУ, 2017. - 27 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - Текс : электронный.

3. Методы расчетов тепловых систем ТЭС : учебно-методическое пособие / сост.: Ю. В. Абасев, Р. Е. Безруков. - Казань : КГЭУ, 2017. - 29 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - Текст: электронный.

4. Парогазовые установки электростанций: учебное пособие / А. Д. Трухний. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - 648 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012772.html>. - ISBN 978-5-383-01277-2. - Текст: электронный.

5. Перспективные ТЭС. Особенности и результаты исследования: монография / П. А. Щинников. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. - 284 с. - ISBN 978-5-7782-0851-3. - Текст: непосредственный.

## 5.2. Информационное обеспечение

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>

### 5.2.1. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
3	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>

### 5.2.2. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
2	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	"Компьютерный тренажерно-аналитический комплекс блока ПГУ-450 МВт (неисключительные пользовательские права"	ПТС профессиональной подготовки персонала, реализующее адекватную модель энергообъекта	АО "Тренажеры электрических станций и сетей" №2017.5734- RSA от 14.11.2017 Неискл. право. Бессрочно

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория	доска аудиторная
2	Лабораторные занятия	Учебная аудитория	телевизор (4 шт.), компьютер в комплекте с монитором (10 шт.), компьютерный тренажерно-аналитический комплекс энергоблока ПГУ -410Мвт (5 шт.)
3	Практические занятия	Учебная аудитория	доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18

пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и



интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.В.ДЭ.01.04.06 Комбинированные энергоустановки ТЭС**  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Направленность(и)  
(профиль(и))

Тепловые электрические станции  
*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация

Бакалавр

---

*(Бакалавр / Магистр)*

Оценочные материалы по дисциплине «Комбинированные энергоустановки ТЭС», предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели					
		I текущий контроль	Доп. баллы к ТК1	II текущий контроль	Доп. баллы к ТК2	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. Техничко-энергетические характеристики работы комбинированных энергетических установок ТЭС</b>	<b>ТК1</b>	<b>30</b>	<b>0-35</b>				<b>30-65</b>
Контрольная работа для оценки уровня освоения материала дисциплины		30					
Выполнение типового расчетного задания по индивидуальному варианту			25				
Подготовка письменных ответов на вопросы самостоятельного задания			10				
<b>Раздел 2. Эксплуатация энергоблоков ТЭС с газотурбинными и парогазовыми установками</b>	<b>ТК2</b>			<b>25</b>	<b>0-10</b>		<b>25-35</b>
Контрольная работа для оценки уровня освоения материала дисциплины				20			
Подготовка и защита отчетов по лабораторным работам				5			
Подготовка письменных ответов на вопросы самостоятельного задания					10		
<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>							<b>0</b>

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации Шкала оценки результатов обучения по дисциплине: 7 семестр

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						

			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	знать:				
		Методологию расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС	Знает методологию расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС, при ответе не допускает ошибок	Знает методологию расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает методологию расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.
		уметь:				
		Определять технико-энергетические характеристики и технологические параметры работы комбинированных энергетических установок ТЭС	Демонстрирует умение определять технико-энергетические характеристики и технологические параметры работы комбинированных энергетических установок ТЭС, не допускает ошибок.	Демонстрирует умение определять технико-энергетические характеристики и технологические параметры работы комбинированных энергетических установок ТЭС, допускает несколько негрубых ошибок.	Демонстрирует умение определять технико-энергетические характеристики и технологические параметры работы комбинированных энергетических установок ТЭС, допускает множество негрубых ошибок.	При определении технико-энергетических характеристик и технологических параметров в работы комбинированных энергетических установок ТЭС, допускает грубые ошибки.
		владеть:				
		Навыками оценки энергетической эффективности работы комбинированных энергетических установок ТЭС	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки оценки энергетической эффективности	При демонстрации навыков оценки энергетической эффективности работы	Демонстрирует минимальный набор навыков при проведении и оценки энергетической	При оценке энергетической эффективности работы комбинированных энергетич

			сти работы комбинированных энергетических установок ТЭС	комбинированных энергетических установок ТЭС допускает несколько негрубых ошибок	эффективности работы комбинированных энергетических установок ТЭС	еских установок ТЭС не может продемонстрировать базовые навыки, допускает грубые ошибки.	
ПК-1	ПК-1.3	знать:					
		Номенклатуру и технические характеристики оборудования, трубопроводов и арматуры комбинированных энергетических установок	Знает номенклатуру и технические характеристики и оборудования, трубопроводов и арматуры комбинированных энергетических установок, при ответе не допускает ошибок	Знает номенклатуру и технические характеристики и оборудования, трубопроводов и арматуры комбинированных энергетических установок, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает номенклатуру и технические характеристики и оборудования, трубопроводов и арматуры комбинированных энергетических установок, при ответе допускает множество негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки	
		уметь:					
		Осуществлять выбор технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС	Умеет без ошибок выбирать технологическое оборудование комбинированных энергоустановок ТЭС	Умеет выбирать технологическое оборудование комбинированных энергоустановок ТЭС, при этом допускает несколько негрубых ошибок	Демонстрирует умение осуществлять выбор технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при этом допускает множество негрубых ошибок	При осуществлении выбора технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, допускает грубые ошибки	
	владеть:						
	Навыками	Может без	При	Демонстри	При		

		<p>работы с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, включающих описание, данные параметров работы и технические характеристики оборудования, трубопроводов и арматуры при проведении расчетов тепловых схем, и проектирования технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС</p>	<p>недочетов и недостатков в продемонстрировать навыки работы с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, включающих описание, данные параметров работы и технические характеристики оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС</p>	<p>демонстрации навыков работы с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, позволяющей выбирать технологическое оборудование, трубопроводы и арматуру комбинированных энергоустановок ТЭС, имеют место несущественные и негрубые недочеты</p>	<p>рует минимальный набор навыков при работе с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, позволяющей выбирать технологическое оборудование, трубопроводы и арматуру комбинированных энергоустановок ТЭС</p>	<p>работе с каталогами и прочей нормативно-технической документацией, позволяющей выбирать технологическое оборудование, трубопроводы и арматуру комбинированных энергоустановок ТЭС не может продемонстрировать базовые навыки</p>
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		<p>Порядок разработки инструкций по эксплуатации оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС</p>	<p>Знает порядок разработки инструкций по эксплуатации оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при ответе не допускает ошибок</p>	<p>Знает порядок разработки инструкций по эксплуатации оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при ответе допускает несколько негрубых ошибок</p>	<p>Плохо знает порядок разработки инструкций по эксплуатации оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при ответе допускает множество негрубых ошибок.</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.</p>
		уметь:				
		Разрабатывать	Умеет без	Умеет	Демонстри	При

		инструкций по эксплуатации оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС	ошибок выбирать технологическое оборудование комбинированных энергоустановок ТЭС	выбирать технологическое оборудование комбинированных энергоустановок ТЭС, при этом допускает несколько негрубых ошибок	рует умение осуществлять выбор технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, при этом допускает множество негрубых ошибок	осуществлении выбора технологического оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		Навыками контроля и оценки соблюдения персоналом положений производственных инструкций	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки контроля и оценки соблюдения персоналом положений производственных инструкций	При демонстрации навыков контроля и оценки соблюдения персоналом положений производственных инструкций допускает несколько негрубых ошибок	Демонстрирует минимальный набор навыков контроля и оценки соблюдения персоналом положений производственных инструкций	Не может продемонстрировать базовые навыки оценки соблюдения персоналом положений производственных инструкций, допускает грубые ошибки
		знать:				
ПК-2	ПК-2.2	Структуру, интерфейс и мнемосхемы компьютерного тренажера-симулятора энергоблока ТЭС	Знает структуру, интерфейс и мнемосхемы компьютерного тренажера-симулятора энергоблока ТЭС, при ответе не допускает ошибок	Знает структуру, интерфейс и мнемосхемы компьютерного тренажера-симулятора энергоблока ТЭС, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает структуру, интерфейс и мнемосхемы компьютерного тренажера-симулятора энергоблока ТЭС, при ответе допускает множество негрубых	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.



				ошибок.	
		уметь:			
	Осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора	Умеет без ошибок осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора	Умеет осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора, при этом допускает несколько негрубых ошибок	Умеет осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора, при этом допускает множество негрубых ошибок	Не может осуществлять пуск, подготовку к пуску и вести нормальный режим эксплуатации ПГУ с помощью компьютерного тренажера-симулятора, или операции, проводимые на тренажере приводят к останову энергоблока
		владеть:			
	Навыками работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС	При демонстрации навыков работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС допускает несколько негрубых ошибок	Демонстрирует минимальный набор навыков работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС, допускает множество негрубых ошибок	Не может продемонстрировать базовые навыки работы с компьютерным тренажером-симулятором энергоблока ТЭС, допускает грубые ошибки

Оценка «зачтено» выставляется успешное прохождение письменных контрольных работ, за выполнение всех лабораторных работ.

Оценка «незачтено» выставляется за невыполнение хотя бы одной лабораторной работы, неудовлетворительное прохождение хотя бы одной контрольной работы.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Письменная контрольная работа	Представляет собой теоретические вопросы по пройденной теме	Варианты заданий
Расчетно-практическое задание	Задание представляет собой расчет принципиальной тепловой схемы двухконтурной парогазовой установки, выполняемый студентом по индивидуальному заданию. Задание позволяет оценить теоретический уровень освоения дисциплины. Оценить, приобретенные обучающимся навыки оценки энергетической эффективности работы комбинированных энергетических установок ТЭС, знания и умения использовать методики расчета тепловых схем комбинированных энергетических установок ТЭС. Позволяет оценить уровень самостоятельности обучающегося при использовании в практических расчетах справочной и инженерно-технической документации, а также умения составлять уравнения материального и теплового балансов для основного и вспомогательного оборудования комбинированных энергоустановок ТЭС.	Варианты заданий
Отчет о выполнении лабораторной работы	Задание выполняется на тренажере-симуляторе энергоблока ПГУ-450 МВт. За некорректные действия оператора (обучающегося) при выполнении пусковых операций программой тренажера выносятся штрафы в виде баллов. Результаты оценки оформляются программой тренажера в виде протокола.	Компьютерная программа / отчет о лабораторной работе
Письменная самостоятельная работа	Представляет собой теоретические вопросы для самостоятельного дополнительного изучения	Примеры вопросов

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

##### *Примеры заданий*

##### **Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-2.1 (З, У, В)

##### **Письменная контрольная работа (примеры вопросов)**

1. Что понимается под маневренностью ГТУ? Сравните по этому показателю ГТУ с ПТУ.
2. Как определяется степень повышения давления в компрессоре, степень уменьшения давления газов в ГТ? Дайте ответ в виде формул, распишите все составляющие формул.
3. Как выражается термический КПД компрессора?
4. Как выражается удельная теоретическая работа сжатия воздуха в компрессоре ГТУ?
5. Как выгладит графическая зависимость термического КПД цикла Брайтона (адиабатное сжатие воздуха в компрессоре) при увеличении степени повышения давления в компрессоре?
6. Как выгладит термодинамический цикл ГТУ простого цикла в T-S диаграмме? Перечислите основные особенности термодинамического цикла ТЭС с ГТУ (цикла Брайтона).
7. Как выражается удельная теоретическая работа расширения газов в ГТ?
8. Какие преимущества у ГТУ и ПГУ по сравнению с ПТУ? Приведите сравнительный анализ по уровню внутреннего КПД, по удельным затратам и срокам строительства и другим характеристикам.
9. Как выражается температурный коэффициент (степень повышения температуры) цикла? Распишите все составляющие формулы.
10. Как выгладит графическая зависимость полезной работы простейшей ГТУ от степени повышения давления воздуха в компрессоре?
11. Как выгладит графическая зависимость внутреннего КПД реального цикла ГТУ от начальной температуры окружающего (наружного) воздуха?
12. Как выражается степень повышения давления, при которой полезная работа ГТУ имеет максимальное значение? Распишите все составляющие формулы. Каким соотношением связаны между собой  $\pi_K$  и  $\pi_{ГТ}$ ? Распишите все составляющие формулы.

##### **Критерии оценивания:**

– 3 балла за правильный ответ на вопрос задания (всего по 15 баллов в первом и втором учебных модулях. Суммарно по ТК1 – 30 баллов)

##### **Дополнительные баллы к ТК1:**

Расчетно-практическое задание: Задание представляет собой расчет

принципиальной тепловой схемы двухконтурной парогазовой установки, выполняемый студентом по индивидуальному заданию. В качестве варианта задания могут быть выданы: разновидности (конфигурация) тепловой схемы ПГУ (ГТУ), начальные параметры рабочего тела (пара, продуктов сгорания топлива), основные технические характеристики ПГУ (ГТУ).

**Критерии оценивания:**

Логически завершенный типовой расчет, не содержащий ошибок и неточностей – 25 баллов. Наличие неточностей, негрубых ошибок снижают оценку по итогам проведения типового расчета.

**Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-1.1, ПК-2.2 (З, У, В)

**Письменная контрольная работа (примеры вопросов)**

1. С какой целью применяется продувка газопроводов газотурбинной установки? Дайте расшифровку аббревиатурам ППГ, ГДК, ДКС, ГРП.
2. Какой рабочий уровень масла в баке чистого масла ГДК-1?
3. Какое минимальное давление газа должно быть перед фильтром и перед ГТ-41 при выполнении работы на тренажере ПГУ-450? Какое давление было реально создано ГДК при работе с тренажером-симулятором?
4. Какие действия должен осуществить машинист-обходчик турбины после создания давления в конденсаторе менее 30 кПа при пуске блока ПГУ-450 МВт?
5. Какая температура поддерживается в коллекторе собственных нужд на участке трубопровода до РК подачи пара на концевые уплотнения турбины при пуске блока ПГУ-450 МВт?
6. Какая температура пара должна поддерживаться в коллекторе уплотнения турбины при выполнении набора вакуума в конденсаторе паровой при пуске блока ПГУ-450 МВт?
7. Каким образом можно проверить отсутствие парений через концевые уплотнения турбины и образованием конденсата после подачи пара на уплотнения турбины при пуске блока ПГУ-450 МВт?
8. Какие теплообменные поверхности могут быть частью конструкции двухконтурного котла-утилизатора ПГУ? Какое назначение этих поверхностей теплообмена в тепловой схеме котла-утилизатора ПГУ?
9. Какой расход воды на газоохладители генератора должен поддерживаться при подготовке газотурбинной установки к пуску на тренажере блока ПГУ-450 МВт? (Укажите значение и размерность)
10. Какое давление масла на смазку подшипников газовой турбины (ГТ-41) необходимо создать при подготовке ее к пуску на тренажере блока ПГУ-450 МВт? (Укажите значение и размерность)

**Критерии оценивания:**

– 4 балла за правильный ответ на вопрос задания (всего 20 баллов по

ТК2).

### **Подготовка и защита отчетов по лабораторным работам**

Все обучающиеся выполняют ряд одинаковых заданий на компьютерном тренажере-симуляторе энергоблока ПГУ-450 МВт. Отчеты о проделанных работах оформляются в тетради.

Отчёт должен содержать:

- а) титульный лист с названием работы;
- б) цель и задачи работы;
- в) краткое описание алгоритма лабораторной работы.
- г) развёрнутые ответы на контрольные вопросы, приведенные в конце методических указаний к выполнению лабораторной работы;
- д) выводы.

### **Критерии оценивания:**

Отчет должен быть в обязательном порядке оформлен надлежащим образом. Оценка 5 баллов проставляется за развернутые ответы на дополнительные вопросы на защите лабораторной работы.

При оценке результатов, выполненной лабораторной работы учитываются следующие критерии:

1. Знание теоретического материала по темам дисциплины. Оценивается на основании полноты ответов на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях к лабораторной работе.
2. Полнота отчета о проделанной работе.
3. Понимание алгоритма выполнения работы. Оценивается на основании полноты ответов на дополнительные вопросы, задаваемые преподавателем при защите работы.
4. Выполнение лабораторной работы без штрафов за некорректные операции согласно алгоритму работы.

### **Дополнительные баллы к ТК2:**

1. Подготовка письменных ответов на вопросы самостоятельного задания:
2. Какие виды топлива сжигаются в камере сгорания ГТУ? Приведите характеристики топлив, используемых в энергетических ГТУ.
3. Какие основные отечественные и зарубежные производители систем очистки воздуха для энергетических и транспортных газотурбинных установок и двигателей представлены на современном рынке энергетической продукции?
4. Приведите примеры крупнейших производителей газовых турбин в России и за рубежом. Какова география поставок энергетических ГТУ лидеров мирового энергомашиностроения? Приведите характеристики производимой продукции лидеров мирового энергомашиностроения.
5. Приведите примеры крупнейших производителей паровых турбин в России и за рубежом. Какова география поставок энергетических ГТУ лидеров мирового энергомашиностроения? Приведите характеристики производимой продукции лидеров мирового энергомашиностроения.

6. Приведите примеры отечественных и зарубежных компаний, осуществляющих ремонт и обслуживание элементов ГТУ.

7. Перечислите виды сервисного технического обслуживания энергоустановок на базе ГТУ.

8. Приведите примеры схем современных малоэмиссионных камер сгорания энергетических ГТУ.

9. Каковы пути достижения экологических показателей работы современных ПГУ?

10. Каково назначение дожимной компрессорной станции? Как выглядят схемы включения дожимных компрессоров?

**Критерии оценивания:**

– 2 балла за развернутый ответ на письменный вопрос самостоятельного задания (всего 10 баллов по ТК2).

**Для промежуточной аттестации:**

Зачет проставляется при сумме набранных баллов более 55.