

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТУ И КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 85,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Росляков П.В.
	Идентификатор	R9593e97f-RoslyakovPV-3c5b725f

П.В. Росляков

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810f

К.А. Плешанов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810f

К.А. Плешанов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение конструкций камер сгорания газотурбинных установок и котлов-утилизаторов в составе парогазовых установок, а также рабочих процессов, происходящих в них.

### Задачи дисциплины

- приобретение знаний об основных процессах, протекающих в камерах сгорания ГТУ и котлах-утилизаторах ПГУ;
- изучение конструкций камер сгорания ГТУ и котлов-утилизаторов и формирование понимания взаимосвязи технических и проектных решений с технико-экономическими и экологическими показателями работы оборудования;
- освоение методик расчетов камер сгорания ГТУ и котлов-утилизаторов ПГУ;
- изучение тенденций и путей повышения эффективности термодинамических циклов комбинированных энергетических установок.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает конструкцию элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - область применения, принцип действия, преимущества и недостатки конструкций камер сгорания ГТУ; - особенности процессов горения топлив и тепло-, массообмена в камерах сгорания ГТУ.  уметь: - оценивать влияние различных факторов на эффективность работы камер сгорания ГТУ.
ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Выполняет расчеты элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - методики гидравлического и теплового расчета камеры сгорания ГТУ.  уметь: - использовать методики расчетов камер сгорания ГТУ и котлов-утилизаторов.
РПК-4 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ИД-1 <sub>РПК-4</sub> Демонстрирует понимание взаимного влияния условий работы отдельных элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - основные закономерности термодинамических процессов в ПГУ и котлах утилизаторах.  уметь: - обосновывать выбор конструкций и параметров камер сгорания для конкретных условий их эксплуатации.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания		
				Контактная работа							СР					
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль			
КПР	ГК	ИККП	ТК													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок	28	8	8	-	8	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Повторение материала по разделу "Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], глава 1 с. 22-50, п. 3.1-3.3 с.80-109 [3], п. 5.1 с. 175-183, п.5.5 с.217-236 [4], с. 31-40</p>		
1.1	Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок	28		8	-	8	-	-	-	-	-	-	12		-	
2	Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания.	34		8	-	8	-	-	-	-	-	-	18		-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания."</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b></p>
2.1	Особенности	34		8	-	8	-	-	-	-	-	-	18		-	

	процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания.												<p><b><u>теоретического материала:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п. 3.4, 3.5 с.110-114, п.5.8, 5.9 с.227-239 [3], п. 5.5.3 с. 219-236</p>
3	Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания.	26	6	-	6	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> выполнение расчета камеры сгорания ГТУ</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение материала по разделу "Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания."</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p>
3.1	Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания.	26	6	-	6	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> выполнение расчета камеры сгорания ГТУ</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Повторение материала по разделу "Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания."</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p>

													<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], главы 3, 4 с.17-60
4	Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материалов по разделу Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], главы 1, 2, 7 с. 17-79, с.357-416 [4], с. 193-207
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	28	-	28	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0	28	-	28	2	-	-	-	0.5	85.5		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок

1.1. Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок

Принципиальная схема ГТУ и ГТА. Идеальный цикл Брайтона. Сравнение с идеальным циклом Ренкина для паротурбинной установки. Классификация энергетических ГТУ по назначению и конструктивным схемам и их термодинамические циклы. Основные технико-экономические характеристики ГТУ. Термический КПД ГТУ и пути его увеличения. Внутренний КПД ГТУ и возможности его повышения. Влияние температуры окружающего воздуха на характеристики ГТУ. Преимущества и недостатки ГТУ. Основные сведения о камерах сгорания, ее элементах и рабочих процессах, происходящих в них. Основные характеристики КС ГТУ. Требования, предъявляемые к камерам сгорания. Классификация камер сгорания ГТУ (по назначению, компоновке, конструкции и проч.). Конструкции камер сгорания: выносные и встроенные; индивидуальные, секционные, кольцевые, трубчато-кольцевые. Их преимущества и недостатки. Примеры современных камер сгорания различных конструкций. Газообразные и жидкие топлива для ГТУ и их основные характеристики. Основные элементы камер сгорания. Горелочные устройства. Назначение и классификация горелочных устройств. Пламенные трубы. Принципы и конструктивные способы охлаждения стенок пламенных труб. Смесители, их назначение и конструкции. Схемы взаимодействия потоков охлаждающего воздуха и продуктов сгорания. Расчет дырчатого смесителя..

#### 2. Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания.

2.1. Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания.

Особенности процесса горения в камерах сгорания. Полнота сгорания топлива и влияние скорости реакций горения, скорости смешения, скорости испарения жидкого топлива. Виды негативного воздействия ГТУ на окружающую среду. Количественные характеристики шумового воздействия и его нормирование. Источники шума в камерах сгорания ГТУ. Способы снижения шумов камеры сгорания. Процессы образования вредных продуктов сгорания (СО, СХНУ, сажа, NOX) при сжигании топлив в камерах сгорания ГТУ, нормирование их эмиссии и меры по снижению их выброса в атмосферу. Примеры современных малоэмиссионных горелочных камер сгорания..

#### 3. Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания.

3.1. Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания.

Материальный и тепловой баланс камеры сгорания. Гидравлический расчет камер сгорания. Потери полного напора для изотермического потока. Потери полного напора, обусловленные горением. Сопротивление элементов камеры сгорания (регистры, щели, отверстия). Методика и последовательность гидравлического расчета камеры сгорания..

#### 4. Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах

4.1. Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах

Принципиальные пути повышения эффективности производства энергии (режимные мероприятия, конструктивные улучшения, совершенствование термодинамических циклов).



Составные, каскадные и смешанные циклы. Бинарные ПГУ с конденсационной паровой частью. ПГУ с низконапорным парогенератором. ПГУ с высоконапорным парогенератором. Утилизационные ПГУ с котлом-утилизатором. Котлы-утилизаторы, устанавливаемые за ГТУ. Классификация котлов-утилизаторов. Способы интенсификации теплообмена в котле-утилизаторе. Особенности конструкции и режимов работы. Сжигание топлива в отходящих газах. Особенности теплового расчета котла-утилизатора. Сбросные ПГУ и схемы их реализации на действующих ТЭС. ПГУ со сбросом газов в традиционный котел. Параллельная схема реализации ПГУ..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Методика гидравлического расчета камеры сгорания. Контрольная работа №2 (2 час);
2. Изучение схем сбросных ПГУ;
3. Удельные показатели работы ГТУ. Влияние температуры окружающего воздуха на характеристики ГТУ (2 час);
4. Основные характеристики КС ГТУ. Требования, предъявляемые к камерам сгорания (2 час);
5. Примеры современных камер сгорания различных конструкций. Газообразные и жидкие топлива для ГТУ и их основные характеристики. Влияние топлива на работу камеры сгорания. Контрольная работа №1 (2 час);
6. Расчет глубины проникновения струй. (2 час);
7. Материальный и тепловой баланс камеры сгорания (2 час);
8. Примеры современных малоэмиссионных горелочных камер сгорания. Контрольная работа №3 (2 час);
9. Количественные характеристики шумового воздействия и его нормирование (2 час);
10. Количественные характеристики вредных выбросов камер сгорания и их нормирование (2 час);
11. Изучение схем бинарных ПГУ с конденсационной паровой частью (2 час);
12. Изучение конструкций котлов-утилизаторов (2 час). Контрольная работа №4 (2 час);
13. Изучение основных технико-экономических характеристик ГТУ (2 час).

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок"

2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
особенности процессов горения топлив и тепло-, массообмена в камерах сгорания ГТУ	ИД-2ПК-1		+			Контрольная работа/Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания
область применения, принцип действия, преимущества и недостатки конструкций камер сгорания ГТУ	ИД-2ПК-1				+	Контрольная работа/Комбинированные циклы
методики гидравлического и теплового расчета камеры сгорания ГТУ	ИД-3ПК-1			+		Контрольная работа/Методики расчета КС
основные закономерности термодинамических процессов в ПГУ и котлах утилизаторах	ИД-1РПК-4	+				Контрольная работа/Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок
<b>Уметь:</b>						
оценивать влияние различных факторов на эффективность работы камер сгорания ГТУ	ИД-2ПК-1	+	+			Расчетно-графическая работа/Выполнение и защита расчетного задания
использовать методики расчетов камер сгорания ГТУ и котлов-утилизаторов	ИД-3ПК-1			+		Расчетно-графическая работа/Выполнение и защита расчетного задания
обосновывать выбор конструкций и параметров камер сгорания для конкретных условий их эксплуатации	ИД-1РПК-4	+			+	Расчетно-графическая работа/Выполнение и защита расчетного задания

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок (Контрольная работа)
2. Комбинированные циклы (Контрольная работа)
3. Методики расчета КС (Контрольная работа)
4. Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания (Контрольная работа)

Форма реализации: Выполнение задания

1. Выполнение и защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №8)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Газотурбинные энергетические установки : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / С. В. Цанев, и др. ; Ред. С. В. Цанев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 428 с. - ISBN 978-5-383-00504-0 .;
2. Трухний, А. Д. Парогазовые установки электростанций : учебник для вузов по направлениям "Теплоэнергетика и теплотехника" и "Энергетическое машиностроение" / А. Д. Трухний . – [Изд. перераб и доп.] . – М. : Издательский дом МЭИ, 2015 . – 666 с. - ISBN 978-5-383-00948-2 .;
3. Росляков, П. В. Расчет камеры сгорания газотурбинной установки : методическое пособие по курсу "Камеры сгорания ГТУ и котлы-утилизаторы" по направлению "Энергетическое машиностроение" / П. В. Росляков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 120 с.  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7502>;
4. Михальцев В. Е., Моляков В. Д., Вараксина А. Ю.- "Теория и проектирование газовой турбины", Издательство: "МГТУ им. Баумана", Москва, 2020 - (232 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/205901>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Д-323, Помещение каф. МиПЭУ	стол, стул, шкаф

Помещения для консультирования	Д-320, Кабинет сотрудников каф. "МиПЭУ"	рабочее место сотрудника, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-305, Склад кафедры МиПЭУ	стул, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Камеры сгорания ГТУ и котлы-утилизаторы

(название дисциплины)

#### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-2 Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания (Контрольная работа)
- КМ-3 Методики расчета КС (Контрольная работа)
- КМ-4 Комбинированные циклы (Контрольная работа)
- КМ-5 Выполнение и защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	15	16
1	Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок						
1.1	Введение. Энергетические газотурбинные установки. Камеры сгорания энергетических установок		+				+
2	Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания.						
2.1	Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания.			+			+
3	Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания.						
3.1	Методики теплового и гидравлического расчета камер сгорания.				+		+
4	Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах						
4.1	Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов. Особенности конструкции и рабочих процессов в котлах утилизаторах					+	+
Вес КМ, %:			15	15	15	15	40