

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КАМЕРЫ СГОРАНИЯ И КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12.02.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

П.В. Росляков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867

(подпись)

О.М.

Митрохова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Грибин В.Г.
	Идентификатор	R44612ca0-GribinVG-8231e2ff

(подпись)

В.Г. Грибин

(расшифровка подписи)

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-2 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 _{ПК-2} Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности	знать: - область применения, принцип действия, преимущества и недостатки конструкций камер сгорания ГТУ и котлов-утилизаторов ПГУ; - основные закономерности термодинамических процессов в ГТУ и котлах утилизаторах.
ПК-2 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-3 _{ПК-2} Принимает обоснованные технические решения при проектировании объекта профессиональной деятельности с учетом обеспечения надежности и эффективности	знать: - особенности процессов горения топлив и тепло-, массообмена в камерах сгорания ГТУ и в котлах-утилизаторах. уметь: - оценивать влияние различных факторов на эффективность работы камер сгорания ГТУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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	24	3	2	-	6	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Введение. Энергетические газотурбинные установки и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Введение. Энергетические газотурбинные установки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Энергетические газотурбинные установки"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], глава 1 [2], п. 5.1 [3], Глава первая</p>
1.1	Введение. Энергетические газотурбинные установки	24		2	-	6	-	-	-	-	-	16	-	
2	Камеры сгорания энергетических установок	28		4	-	8	-	-	-	-	-	16	-	
2.1	Камеры сгорания энергетических установок	28		4	-	8	-	-	-	-	-	16	-	

													подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Камеры сгорания энергетических установок" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 3.1-3.3 [2], п. 5.5 [3], Глава третья
3	Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания	28	4	-	8	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> выполнение расчета камеры сгорания ГТУ <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 3.4, 3.5 [2], п. 5.5.3 [3], Глава третья
3.1	Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания	28	4	-	8	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 3.4, 3.5 [2], п. 5.5.3 [3], Глава третья
4	Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Особенности ГТУ как загрязнителей

4.1	Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды	10		2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	окружающей среды и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 5.8, 5.9 [3], Глава третья и седьмая
5	Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов	18		4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов и подготовка к контрольной работе
5.1	Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов	18		4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], главы 1, 2, 7 [3], Глава восьмая
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	

	Итого за семестр	144.0		16	-	32	2	-	0.5	93.5	
--	------------------	-------	--	----	---	----	---	---	-----	------	--

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

1.1. Введение. Энергетические газотурбинные установки

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. Удельные показатели работы ГТУ. Влияние температуры окружающего воздуха на характеристики ГТУ. Преимущества и недостатки ГТУ.

2. Камеры сгорания энергетических установок

2.1. Камеры сгорания энергетических установок

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. Влияние топлива на работу камеры сгорания. Основные элементы камер сгорания. Горелочные устройства. Назначение и классификация горелочных устройств. Регистры и их конструктивные характеристики. Стабилизация поверхности фронта пламени. Регистровые горелочные устройства. Струйно-стабилизаторные горелочные устройства. Механические, пневмомеханические и пневматические форсунки для распыливания жидкого топлива и требования к их работе. Пламенные трубы. Основные уравнения теплообмена в камере сгорания. Принципы и конструктивные способы охлаждения стенок пламенных труб. Смесители, их назначение и конструкции. Схемы взаимодействия потоков охлаждающего воздуха и продуктов сгорания. Расчет дырчатого смесителя.

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

3.1. 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. 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. Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды

4.1. Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды

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.

5. Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов

5.1. Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов

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. Перспективные ПГУ. ПГУ с внутрицикловой газификацией твердого топлива. ПГУ с кипящим слоем под давлением. Конструкции, особенности эксплуатации. Проблемы защиты окружающей среды.

3.3. Темы практических занятий

1. Изучение основных технико-экономических характеристик ГТУ (2 час);
2. Удельные показатели работы ГТУ. Влияние температуры окружающего воздуха на характеристики ГТУ (2 час);
3. Основные характеристики КС ГТУ. Требования, предъявляемые к камерам сгорания (2 час);
4. 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);
5. Механические, пневмомеханические и пневматические форсунки для распыливания жидкого топлива и требования к их работе (2 час);
6. Основные уравнения теплообмена в камере сгорания. Изучение конструкций пламенных труб и смесителей. Расчет дырчатого смесителя. Расчет глубины проникновения струй. (2 час);
7. Материальный и тепловой баланс камеры сгорания (2 час);
8. Знакомство с компьютерной программой расчета камеры сгорания Контрольная работа №2 (2 час);
9. Соппротивление элементов камеры сгорания: регистры, щели, отверстия, смеситель (2 час);
10. Количественные характеристики шумового воздействия и его нормирование (2 час);
11. Примеры современных малоэмиссионных горелочных камер сгорания Контрольная работа №3 (2 час);
12. Изучение схем бинарных ПГУ с конденсационной паровой частью (2 час);
13. Изучение конструкций котлов-утилизаторов (2 час);
14. Изучение схем сбросных ПГУ. Контрольная работа №4 (2 час);
15. Защита типового расчета (4 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"

2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Камеры сгорания энергетических установок"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение. Энергетические газотурбинные установки"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Камеры сгорания энергетических установок"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов"

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	5	
Знать:							
основные закономерности термодинамических процессов в ГТУ и котлах утилизаторах	ИД-2ПК-2	+					Контрольная работа/Энергетические ГТУ
область применения, принцип действия, преимущества и недостатки конструкций камер сгорания ГТУ и котлов-утилизаторов ПГУ	ИД-2ПК-2		+			+	Контрольная работа/Комбинированные циклы: утилизационные и сбросные ПГУ
особенности процессов горения топлив и тепло-, массообмена в камерах сгорания ГТУ и в котлах-утилизаторах	ИД-3ПК-2			+	+		Контрольная работа/Особенности рабочих процессов камер сгорания
Уметь:							
оценивать влияние различных факторов на эффективность работы камер сгорания ГТУ	ИД-3ПК-2		+				Контрольная работа/Камеры сгорания ГТУ

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Камеры сгорания ГТУ (Контрольная работа)
2. Комбинированные циклы: утилизационные и сбросные ПГУ (Контрольная работа)
3. Особенности рабочих процессов камер сгорания (Контрольная работа)
4. Энергетические ГТУ (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

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 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты / А. П. Воинов, и др. ; Ред. Л. Н. Сидельковский . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 272 с. – (Экономия топлива и электроэнергии) . - ISBN 5-283-00066-4 .;
2. Пчелкин, Ю. М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей : учебник для вузов по специальности "Турбиностроение" / Ю. М. Пчелкин . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Машиностроение, 1984 . – 280 с.;
3. Ремезов А.Н.- "Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Майнд Видеоконференции;
4. Acrobat Reader.

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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-301, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-301, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-301, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	П-28, Комната для самостоятельных занятий студентов	
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	Х-402, Склад кафедры	стеллаж для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Камеры сгорания и котлы-утилизаторы**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Энергетические ГТУ (Контрольная работа)

КМ-2 Камеры сгорания ГТУ (Контрольная работа)

КМ-3 Особенности рабочих процессов камер сгорания (Контрольная работа)

КМ-4 Комбинированные циклы: утилизационные и сбросные ПГУ (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Введение. Энергетические газотурбинные установки					
1.1	Введение. Энергетические газотурбинные установки		+			
2	Камеры сгорания энергетических установок					
2.1	Камеры сгорания энергетических установок			+		+
3	Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания					
3.1	Особенности процессов горения и тепло-, массообмена в камерах сгорания				+	
4	Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды					
4.1	Особенности ГТУ как загрязнителей окружающей среды				+	
5	Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов					
5.1	Повышение эффективности ТЭС за счет реализации комбинированных циклов					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25