

**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: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**КОМБИНИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ**


<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.03.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 77,5 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>Тестирование</b> <b>Расчетно-графическая работа</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

## 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 основ теории комбинированных циклов с единых позиций и основ проектирования энергетических установок на базе паровых и газовых турбин

### Задачи дисциплины

- изучение устройства, схем и принципов работы комбинированных установок;
- изучение закономерностей процессов, происходящих в комбинированных установках;
- овладение основами расчета тепловых процессов в парогазовых установках;
- изучение принципов проектирования парогазовых установок;
- изучение влияния различных факторов на технико-экономические показатели ПГУ-У;
- овладение основами технико-экономического обоснования при проектировании ПГУ-У;
- ознакомление с особенностями конструкций паровых турбин ПГУ-У;
- ознакомление с парогазовыми технологиями для модернизации ТЭС.

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 участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	знать: - теоретические основы работы комбинированных установок; - тенденции развития парогазовых технологий в отечественной и зарубежной энергетике.  уметь: - рассчитывать тепловые процессы в элементах парогазовых установок.
ПК-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности	знать: - устройство, схемы и принципы работы комбинированных установок; - типы парогазовых установок и их основные характеристики.  уметь: - объяснять физические принципы работы парогазовых установок.
ПК-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Выполняет комплекс расчетов элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - влияние различных факторов на технико-экономические показатели парогазовых установок; - основы проектирования и методику конструкторского расчета тепловой схемы парогазовой установки утилизационного типа.  уметь: - анализировать влияние различных факторов на технико-экономические показатели парогазовых установок; - определять технико-экономические

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		показатели парогазовых установок; - рассчитывать тепловую схему парогазовой установки.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 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. Развитие энергетических технологий	6	7	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Проработка лекций, повторение материала по разделу и подготовка к тесту «Термодинамические основы работы комбинированных установок»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 347-382 [2], стр. 367-352</p>	
1.1	Введение. Развитие энергетических технологий	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Теплосиловые циклы комбинированных установок	12		4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу и подготовка к тесту «Термодинамические основы работы комбинированных установок»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 19-29 [3], 0 [4], 1</p>
2.1	Теплосиловые циклы комбинированных установок	12		4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	
3	Типы парогазовых установок и их основные характеристики	12		4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	
3.1	Типы парогазовых	12	4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках работы необходимо приступить к выполнению пп. 1-2 индивидуального расчетного задания</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b></p>	

	установок и их основные характеристики												Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 30-79 [5], стр. 1-6
4	Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет	52	12	-	18	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет	52	12	-	18	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Повторение материала по разделу и подготовка к контрольной работе «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У» <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках работы необходимо выполнить пп. 1-2 индивидуального расчетного задания и приступить к выполнению пп. 3-5 индивидуального расчетного задания <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 107-149 [5], стр. 7-24 [6], стр. 271-359, 482-407
5	Основное технологическое оборудование парогазовых установок	16	6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
5.1	Основное технологическое оборудование парогазовых установок	16	6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках работы необходимо выполнить пп. 3-5 индивидуального расчетного задания <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 251-356, 357-488 [6], стр. 287-298

6	Парогазовые технологии для модернизации ТЭС	10		4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u><b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b></u> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u><b>Подготовка к текущему контролю:</b></u> Подготовка к защите индивидуального расчетного задания, повторение материала по разделам и подготовка к тесту «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС» <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [2], стр. 42-48, 64-74, 79 [6], стр. 488-533
6.1	Парогазовые технологии для модернизации ТЭС	10		4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>44</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>77.5</b>			

**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. Развитие энергетических технологий

#### 1.1. Введение. Развитие энергетических технологий

Развитие энергетических технологий в мире и России. Использование газотурбинных и парогазовых установок в энергетике, их преимущества и недостатки в сравнении с другими источниками электроэнергии.

### 2. Теплосиловые циклы комбинированных установок

#### 2.1. Теплосиловые циклы комбинированных установок

Понятие о комбинированном, бинарном и парогазовом циклах. Преимущества комбинированных термодинамических циклов. Вывод соотношения для КПД комбинированного и бинарного циклов. Коэффициент бинарности. Основная идея простейшего комбинированного (парогазового) цикла. Вывод соотношения для КПД парогазового цикла. Превращение теплоты в электроэнергию в утилизационной парогазовой установке (ПГУ-У). Особенности газотурбинного и паросилового циклов ПГУ.

### 3. Типы парогазовых установок и их основные характеристики

#### 3.1. Типы парогазовых установок и их основные характеристики

Классификация парогазовых установок (ПГУ), их схемы и циклы. Техно-экономические показатели, преимущества, недостатки и области использования: утилизационных ПГУ, ПГУ с дожиганием; со сбросом отработавших газов ГТУ в топку котла; ПГУ с параллельной схемой; ПГУ с вытеснением паровой регенерации теплом газов ГТУ; ПГУ с высоконапорным парогенератором; ПГУ контактного типа.

### 4. Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет

#### 4.1. Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет

Исходные данные и общий подход к расчету тепловой схемы утилизационной ПГУ. Тепловая схема и расчет одноконтурной ПГУ. Оптимизация показателей ПГУ утилизационного типа: варианты тепловой схемы ПГУ с одноконтурным котлом-утилизатором; оптимизация ГТУ в составе ПГУ; выбор параметров и оптимизация ПСУ. Многоконтурные ПГУ-У. Тепловая схема и расчет двухконтурной ПГУ: исходные данные; выбор опорных точек; расчет котла-утилизатора; выбор концепции паровой турбины и расчет процесса расширения в ней. Определение технико-экономических показателей ПТУ, ПСУ и ПГУ.

### 5. Основное технологическое оборудование парогазовых установок

#### 5.1. Основное технологическое оборудование парогазовых установок

Современные энергетические ГТУ для утилизационных ПГУ отечественных и зарубежных производителей. Требования к котельной установке и котлам-утилизаторам ПГУ. Тепловые схемы котельных установок: схема с выделенным деаэратором; схема с интегрированным деаэратором; схема с деаэрацией в конденсаторе; схема с выделенным вакуумным деаэратором. Типы котлов-утилизаторов и их конструктивные особенности. Особенности паровых турбин утилизационных ПГУ. Примеры конструкций отечественных и зарубежных паровых турбин для ПГУ. Компонировки турбоагрегатов ПГУ-У (примеры ПГУ-400 Voghera Energia SpA, ПГУ-420 ТЭЦ-26).



## 6. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС

### 6.1. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС

Комбинированный блок с параллельной схемой (пример ТЭЦ “Altbach/Deizisau”). Сбросная схема ПГУ (пример ПГУ-420 Рязанской ГРЭС). Комбинированный блок с подогревом питательной воды. Полный перевод в ПГУ-У (пример ПГУ-800 Киришской ГРЭС).

### 3.3. Темы практических занятий

1. Расчет термодинамических процессов в элементах ПГУ (2 часа);
2. Превращение теплоты в электроэнергию в ПГУ-У (2 часа);
3. ПГУ с дожиганием на примере ПГУ-115 МВт на базе Северо-Западной котельной г. Курска (1 час);
4. ПГУ с высоконапорным парогенератором на примере ПГУ-200 Невинномысской ГРЭС (1 час);
5. ПГУ с газопаровой турбиной на примере LM2500, LM2500+, LM6000 (2 часа);
6. Расчет простейшей тепловой схемы одноконтурной ПГУ-У без подогрева и с подогревом основного конденсата (4 часа);
7. Расчет тепловой схемы одноконтурной ПГУ-У с питанием деаэратора от дополнительного испарителя (2 часа);
8. Расчет тепловой схемы одноконтурной ПГУ-ТЭЦ с дожиганием: на утилизационном и комбинированных режимах (6 часов);
9. Расчет тепловой схемы двухконтурной ПГУ-У. Выбор концепции паровой турбины (6 часов);
10. Конструкции паровых турбин К-110-6,5 ЛМЗ и Т-150-7,7 ЛМЗ (4 часа);
11. Сбросная схема ПГУ на примере ПГУ-420 Рязанской ГРЭС (1 час);
12. Полный перевод в ПГУ-У на примере ПГУ-800 Киришской ГРЭС (1 час).

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

### 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	6	
<b>Знать:</b>								
тенденции развития парогазовых технологий в отечественной и зарубежной энергетике	ИД-1ПК-1	+						Тестирование/Тест «Термодинамические основы работы парогазовых установок»
теоретические основы работы комбинированных установок	ИД-1ПК-1		+					Тестирование/Тест «Термодинамические основы работы парогазовых установок»
типы парогазовых установок и их основные характеристики	ИД-2ПК-1			+				Тестирование/Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС»
устройство, схемы и принципы работы комбинированных установок	ИД-2ПК-1			+	+	+	+	Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» Тестирование/Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС»
основы проектирования и методику конструкторского расчета тепловой схемы парогазовой установки утилизационного типа	ИД-3ПК-1				+			Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»
влияние различных факторов на технико-экономические показатели парогазовых установок	ИД-3ПК-1				+			Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 1-2 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У»

Уметь:							
рассчитывать тепловые процессы в элементах парогазовых установок	ИД-1ПК-1					+	<p>Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 1-2 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> <p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У»</p>
объяснять физические принципы работы парогазовых установок	ИД-2ПК-1		+	+	+	+	<p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p>
рассчитывать тепловую схему парогазовой установки	ИД-3ПК-1					+	<p>Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 3-5 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У»</p>
определять технико-экономические показатели парогазовых установок	ИД-3ПК-1					+	<p>Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 3-5 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У»</p> <p>Тестирование/Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС»</p>
анализировать влияние различных факторов на технико-экономические показатели парогазовых установок	ИД-3ПК-1					+	<p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки»</p>

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест «Термодинамические основы работы парогазовых установок» (Тестирование)
2. Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выполнение пп. 1-2 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)
2. Выполнение пп. 3-5 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №7)*

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 7 семестр.

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

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

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

1. Малышенко С.П.- "Основы современной энергетики в 2 т. Том 1. Современная теплоэнергетика", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016 - (512 с.)  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010433.html>;
2. Трухний А.Д.- "Парогазовые установки электростанций", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 - (675 с.)  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010570.html>;
3. Александров, А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : Справочник / А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1 : 60.00 .;

4. Александров, А. А.  $h,s$  - диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара") / А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 1 с.;
5. Трухний, А. Д. Расчет тепловых схем парогазовых установок утилизационного типа : Методическое пособие по курсу "Энергетические установки" по направлению "Энергомашиностроение" / А. Д. Трухний, С. В. Петрунин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 24 с.;
6. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101 "Тепловые электрические станции" по дисциплинам "Парогазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепловые и атомные электрические станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; Ред. С. В. Цанев . – 3-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2009 . – 584 с. - ISBN 978-5-383-00340-4 ..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. 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
	Б-407, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор,

		экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-407, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-415, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	П-28, Комната для самостоятельных занятий студентов	
Помещения для консультирования	П-34, Кабинет сотрудников каф. ПГТ (доц. Митрохова О.М. и асс. Гурьянова А.В.)	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	П-42, Кафедральная библиотека	
	П-05/1, Помещение для учебного инвентаря	
	П-03/3, Подсобное помещение	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Комбинированные установки

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Тест «Термодинамические основы работы парогазовых установок» (Тестирование)  
 КМ-2 Выполнение пп. 1-2 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-3 Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей одноконтурной ПГУ-У» (Контрольная работа)  
 КМ-4 Выполнение пп. 3-5 расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-5 Защита расчетного задания «Расчет тепловой схемы парогазовой установки» (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-6 Тест «Типы парогазовых установок. Парогазовые технологии для модернизации ТЭС» (Тестирование)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	7	9	11	15	16
1	Введение. Развитие энергетических технологий							
1.1	Введение. Развитие энергетических технологий		+					
2	Теплосиловые циклы комбинированных установок							
2.1	Теплосиловые циклы комбинированных установок		+				+	
3	Типы парогазовых установок и их основные характеристики							
3.1	Типы парогазовых установок и их основные характеристики						+	+
4	Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет							
4.1	Принципиальные тепловые схемы ПГУ-У и их расчет			+	+	+	+	+
5	Основное технологическое оборудование парогазовых установок							
5.1	Основное технологическое оборудование парогазовых установок						+	+
6	Парогазовые технологии для модернизации ТЭС							
6.1	Парогазовые технологии для модернизации ТЭС						+	+

Bec KM, %:	5	25	20	15	25	10
------------	---	----	----	----	----	----