

**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  
ГАЗОТУРБИНЫЕ И ПАРОТУРБИНЫЕ 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.03.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	5 семестр - 4; 6 семестр - 4; 7 семестр - 2; всего - 10
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>360 часов</b>
<b>Лекции</b>	5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 60 часов
<b>Практические занятия</b>	5 семестр - 16 часов; 6 семестр - 28 часа; всего - 44 часа
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	6 семестр - 2 часа; 7 семестр - 16 часов; всего - 18 часов
<b>Самостоятельная работа</b>	5 семестр - 95,7 часа; 6 семестр - 85,5 часа; 7 семестр - 51,7 часа; всего - 232,9 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	7 семестр - 51,7 часа;
<b>Иная контактная работа</b>	7 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа Расчетно-графическая работа Коллоквиум	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Зачет с оценкой	5 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	7 семестр - 0,3 часа;
	<b>всего - 1,1 часа</b>

**Москва 2018**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

О.М. Митрохова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

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

О.М.  
Митрохова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

В.Г. Грибин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ теории и расчета газотурбинных и паротурбинных установок с единых позиций и основ проектирования энергетических установок на базе паровых и газовых турбин

### Задачи дисциплины

- изучение закономерностей процессов, происходящих в теплоэнергетических установках;
- изучение устройства, схем и принципов работы теплоэнергетических установок;
- овладение основами расчета тепловых схем теплоэнергетических установок;
- изучение влияния различных факторов на технико-экономические показатели теплоэнергетических установок;
- овладение основами технико-экономического обоснования при проектировании теплоэнергетических установок;
- ознакомление с конструкцией основных узлов паровых турбин и газотурбинных 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 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 термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок; - теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки; - основные типы энергетических установок и их место в энергетике.  уметь: - рассчитывать тепловые процессы в элементах паротурбинных установок; - рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок с учетом теплофизических свойств рабочих сред.
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: - типы паровых турбин и конструкцию их основных узлов; - особенности паросиловых установок АЭС; - основные принципы комбинированной выработки тепловой и электрической энергии; - устройство, схемы и принципы работы паросиловых установок; - конструкцию основных элементов газотурбинных установок; - устройство, схемы и принципы работы газотурбинных установок.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- объяснять физические принципы работы паротурбинных установок и конструкцию основных узлов паровых турбин;</li> <li>- объяснять физические принципы работы элементов газотурбинных установок и их конструкцию.</li> </ul>
<p>ПК-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения</p>	<p>ИД-ЗПК-1 Выполняет комплекс расчетов элементов объектов профессиональной деятельности</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные способы повышения экономических показателей паротурбинных установок;</li> <li>- влияние основных параметров на технико-экономические показатели паротурбинных установок;</li> <li>- методики конструкторского расчета принципиальной тепловой схемы и основные принципы выбора технических параметров оборудования паротурбинных установок;</li> <li>- пути повышения экономических показателей газотурбинных установок;</li> <li>- влияние различных факторов на технико-экономические показатели энергетической газотурбинной установки;</li> <li>- основы проектирования и методику конструкторского расчета тепловой схемы энергетической газотурбинной установки.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать влияние основных параметров на технико-экономические показатели паротурбинных установок;</li> <li>- рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок;</li> <li>- рассчитывать принципиальные тепловые схемы паротурбинных установок;</li> <li>- анализировать влияние различных факторов на технико-экономические показатели энергетической газотурбинной установки;</li> <li>- определять технико-экономические показатели газотурбинных установок;</li> <li>- рассчитывать тепловую схему энергетической газотурбинной</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		установки; - осуществлять выбор степени сжатия компрессора энергетической ГТУ простой тепловой схемы в зависимости от ее назначения (пикового, полупикового или базового).

## 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 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ 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 в курс	10	5	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Проработка лекций, повторение материала по разделу и подготовка к тесту «Энергетика и электрогенерирующие станции» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 20-38, 355-398 [8], стр. 5-13	
1.1	Введение в курс	10		4	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
2	ГТУ простой тепловой схемы	16		4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Повторение материала по разделу и подготовка к контрольной работе «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 372-377, 387-390
2.1	ГТУ простой тепловой схемы	16		4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Основные технико-экономические показатели ГТУ	48		12	-	6	-	-	-	-	-	-	30	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Повторение материала по разделу и подготовка к контрольной работе «Расчет
3.1	Основные технико-экономические показатели ГТУ	48	12	-	6	-	-	-	-	-	-	30	-		

													техничко-экономических показателей газотурбинной установки» <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> В рамках работы необходимо выполнить п. 1 типового расчета и приступить к выполнению пп. 2-5 типового расчета <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 376-379, 381-384, 387-392 [3], стр. 4-13
4	Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ	28	8	-	2	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ	28	8	-	2	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках работы необходимо завершить выполнения пп. 2-5 типового расчета и выполнить п.6 типового расчета <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу и подготовка к коллоквиуму «Конструкция элементов ГТУ» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 216-276 [2], стр. 392-399, 400-425
5	Пути повышения экономических показателей ГТУ	24	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
5.1	Пути повышения экономических показателей ГТУ	24	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделам и подготовка к защите типового расчета <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 378-381, 385-387, 429-432
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>78</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>95.7</b>		

6	Тепловые схемы и циклы паросиловых установок	54	6	14	-	18	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
6.1	Тепловые схемы и циклы паросиловых установок	54		14	-	18	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу, подготовка к тесту «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» и контрольной работе «Основные экономические показатели паротурбинной установки. Влияние параметров пара на основные показатели цикла» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 36-59 [2], стр. 14-21, 23-34 [4], 168 с. [5], 1 с. [7], стр. 30-36 [8], стр. 140-159 [9], стр. 190-241 [10], стр. 27-46, 50-58
7	Комбинированная выработка электроэнергии и тепла	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
7.1	Комбинированная выработка электроэнергии и тепла	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу и подготовка к тесту «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 60-91 [2], стр. 21-23 [4], 168 с. [5], 1 с. [8], стр. 159-165 [10], стр. 46-50

8	Особенности паросиловых установок АЭС	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
8.1	Особенности паросиловых установок АЭС	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тесту «Особенности паросиловых установок АЭС»; повторение материала по разделам и подготовка к контрольной работе «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 162-188 [2], стр. 34-37 [4], 168 с. [5], 1 с. [8], стр. 165-174 [10], стр. 58-64
9	Основные узлы и устройство паровых турбин. Основные типы паровых турбин	18		6	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии
9.1	Основные узлы и устройство паровых турбин. Основные типы паровых турбин	18		6	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделам и подготовка коллоквиуму «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 189-215 [2], стр. 37-39 [6], стр. 3-15 [9], стр. 63-143, 242-245 [10], стр. 70-99
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2.0	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>28</b>	-	<b>28</b>	-	<b>2.0</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>52</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>28</b>	-	<b>28</b>	<b>2.0</b>		-		<b>0.5</b>	<b>85.5</b>		
	Курсовой проект (КП)	72.0	7	-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-	

	Всего за семестр	72.0		-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-	
	Итого за семестр	72.0		-	-	-	16		4		0.3	51.7		
	ИТОГО	360.0	-	60	-	44	18.0		4		1.1	232.9		

**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 в курс

#### 1.1. Введение в курс

Энергетика. Потребление первичных энергетических ресурсов в мире. Электрогенерирующие станции. Сравнение энергетических установок по экономичности. Структуры установленной мощности электростанций и выработки электроэнергии в России. Возрастная структура генерирующих мощностей России.

### 2. ГТУ простой тепловой схемы

#### 2.1. ГТУ простой тепловой схемы

Цикл идеальной ГТУ с подводом теплоты в процессе  $v=\text{const}$  (импульсная). Цикл идеальной ГТУ с подводом теплоты в процессе  $p=\text{const}$ . Схема и цикл простой газотурбинной установки. Преимущества, недостатки и области применения ГТУ. Устройство и принцип действия простых газотурбинных установок. Некоторые теплофизические свойства воздуха и продуктов сгорания. Термодинамические процессы в элементах ГТУ и их расчет.

### 3. Основные технико-экономические показатели ГТУ

#### 3.1. Основные технико-экономические показатели ГТУ

Основные показатели классического цикла ГТУ и их анализ. Зависимость коэффициента полезного действия ГТУ, коэффициента полезной работы ГТУ, удельной полезной работы ГТУ от степени сжатия, температуры перед газовой турбиной и температуры окружающей среды. Основные этапы проектирования ГТУ. Выбор степени повышения давления компрессора в зависимости от назначения ГТУ (пикового, полупикового, базового) и расчет тепловой схемы ГТУ. Энергетический баланс ГТУ. Влияние различных факторов на экономические показатели ГТУ: начальной температуры и температуры окружающей среды; КПД газовой турбины и воздушного компрессора; гидравлических сопротивлений.

### 4. Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ

#### 4.1. Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ

Энергетический баланс охлаждаемой ГТУ. Приближенный расчет ГТУ с охлаждаемой газовой турбиной. Основные узлы и устройство ГТУ. Проточная часть и принцип действия компрессора и турбины. Особенности конструкции ГТУ с охлаждаемой газовой турбиной. Особенности конструкции ГТУ различных фирм.

### 5. Пути повышения экономических показателей ГТУ

#### 5.1. Пути повышения экономических показателей ГТУ

Простая одновальная ГТУ с регенерацией теплоты. Зависимость КПД, удельной работы и коэффициента полезной работы от степени сжатия и степени регенерации ГТУ. Влияние степени регенерации на величину оптимальной степени сжатия. Выбор рациональной величины степени регенерации. ГТУ с промежуточным охлаждением воздуха в компрессорах и промежуточными камерами сгорания. Принципы распределения степеней сжатия в компрессорах и степеней расширения в турбинах. ГТУ с подогревателями сетевой воды. Коэффициент использования топлива.

### 6. Тепловые схемы и циклы паросиловых установок

### 6.1. Тепловые схемы и циклы паросиловых установок

Понятие о паросиловой, паропроизводящей и паротурбинной установках. Устройство, схема и принцип работы ПСУ. Некоторые теплофизические свойства воды и водяного пара. Термодинамические процессы в элементах ПСУ и их расчет. Основные экономические показатели простейшей ПТУ. Влияние различных факторов на экономические показатели и надежность ПТУ: начальных и конечных параметров на располагаемый тепलोперепад турбины и термический КПД цикла; промежуточного перегрева пара. Выбор начальных и конечных параметров пара при проектировании. Выбор параметров промежуточного перегрева. Регенеративный подогрев питательной воды. Регенеративный цикл и его преимущества. Регенеративный цикл с одним подогревателем. Нагрев воды в регенеративной системе ПТУ. Тепловая схема реальной ПТУ. Расчет тепловой схемы ПТУ и ее экономических показателей. Устройство и функционирование современной ТЭС, работающей на органическом топливе.

## 7. Комбинированная выработка электроэнергии и тепла

### 7.1. Комбинированная выработка электроэнергии и тепла

Понятие о теплофикации. Раздельная и комбинированная выработка электроэнергии и тепла. Термодинамическое преимущество комбинированной выработки. Показатели качества работы ТЭЦ. Устройство водоподогревательной установки ТЭЦ.

## 8. Особенности паросиловых установок АЭС

### 8.1. Особенности паросиловых установок АЭС

Ресурсы, потребляемые АЭС, ее продукция и отходы производства. Представление о ядерных реакторах различного типа. Технологические схемы производства электроэнергии на АЭС с реакторами различных типов. Преимущества и недостатки АЭС по сравнению с ТЭС.

## 9. Основные узлы и устройство паровых турбин. Основные типы паровых турбин

### 9.1. Основные узлы и устройство паровых турбин. Основные типы паровых турбин

Устройство и конструкция основных узлов паровой турбины. Типы паровых турбин и области их использования. Основные технические требования к паровым турбинам и их характеристики.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Вводное занятие. Определение теплофизических свойства сухого воздуха и чистых продуктов сгорания стандартного углеводородного топлива (2 часа);
2. Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ (2 часа);
3. Расчет основных технико-экономических показателей ГТУ (1 час);
4. Выбор степени повышения давления компрессора в зависимости от назначения ГТУ (1 час);
5. Расчет ГТУ простой тепловой схемы (2 часа);
6. Оценка влияния различных факторов на экономические показатели ГТУ (2 часа);
7. Приближенный расчет ГТУ с охлаждаемой газовой турбиной. Приближенная оценка мощности охлаждаемой газовой турбины (2 часа);
8. Расчет ГТУ с регенерацией (2 часа);
9. Расчет ГТУ сложной схемы (2 часа);
10. Вводное занятие. Определение теплофизических свойства воды и водяного пара в различных состояниях (2 часа);

11. Расчет термодинамических процессов в элементах ПТУ (2 часа);
12. Расчет основных технико-экономических показателей ПТУ (2 часа);
13. Оценка влияния начальных и конечных параметров на располагаемый теплоперепад турбины, термический и абсолютный внутренний КПД турбоустановки (2 часа);
14. Оценка оптимального разделительного давления в цикле с промежуточным перегревом пара (2 часа);
15. Расчет и сравнение различных вариантов простейших тепловых схем ПТУ (4 часа);
16. Расчет тепловой схемы ПТУ с одним регенеративным подогревателем (2 часа);
17. Расчет реальной тепловой схемы ПТУ и ее технико-экономических показателей (2 часа);
18. Определение показателей турбоустановки для АЭС с одноконтурной схемой (2 часа);
19. Определение показателей турбоустановки для АЭС с двухконтурной схемой (2 часа);
20. Расчет и сравнение схем отдельной выработки тепловой и электрической энергии и комбинированной выработки (4 часа);
21. Устройство и конструкция турбины №2 ТЭЦ МЭИ типа П-4-35 (2 часа).

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 7 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Принципиальная тепловая схема турбоустановки.

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 12	13 - 14	15 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	5	6	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	5	20	10	30	20	15	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	5	25	35	65	85	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Ознакомление с заданием на проект и методическими указаниями. Ознакомление с прототипом
2	Оформление описания теплоэнергетической установки. Выполнение чертежа принципиальной тепловой схемы теплоэнергетической установки
3	Обоснование выбираемых параметров в опорных точках принципиальной тепловой схемы
4	Подробные расчеты каждого из типовых элементов принципиальной тепловой схемы
5	Определение основных экономических характеристик

	теплоэнергетической установки
6	Оформление расчетно-пояснительной записки и графического материала

### 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	7	8	9	
<b>Знать:</b>											
основные типы энергетических установок и их место в энергетике	ИД-1ПК-1	+									Тестирование/Тест «Энергетика и электрогенерирующие станции»
теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки	ИД-1ПК-1		+								Расчетно-графическая работа/Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред»
теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок	ИД-1ПК-1						+				Контрольная работа/Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» Тестирование/Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок»
устройство, схемы и принципы работы газотурбинных установок	ИД-2ПК-1		+			+					Расчетно-графическая работа/Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»
конструкцию основных элементов газотурбинных установок	ИД-2ПК-1				+						Коллоквиум/Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ»
устройство, схемы и принципы работы паросиловых установок	ИД-2ПК-1						+			+	Коллоквиум/Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» Тестирование/Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок»
основные принципы комбинированной	ИД-2ПК-1							+			Тестирование/Тест «Комбинированная

выработки тепловой и электрической энергии										выработка тепловой и электрической энергии»
особенности паросиловых установок АЭС	ИД-2ПК-1								+	Тестирование/Тест «Особенности паросиловых установок АЭС»
типы паровых турбин и конструкцию их основных узлов	ИД-2ПК-1								+	Коллоквиум/Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины»
основы проектирования и методику конструкторского расчета тепловой схемы энергетической газотурбинной установки	ИД-3ПК-1			+	+					Расчетно-графическая работа/Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»
влияние различных факторов на технико-экономические показатели энергетической газотурбинной установки	ИД-3ПК-1			+						Расчетно-графическая работа/Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки»
пути повышения экономических показателей газотурбинных установок	ИД-3ПК-1					+				Расчетно-графическая работа/Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»
методики конструкторского расчета принципиальной тепловой схемы и основные принципы выбора технических параметров оборудования паротурбинных установок	ИД-3ПК-1						+	+	+	Коллоквиум/Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки»
влияние основных параметров на технико-экономические показатели паротурбинных установок	ИД-3ПК-1						+			Контрольная работа/Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки»
основные способы повышения экономических показателей	ИД-3ПК-1						+			Коллоквиум/Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины»

паротурбинных установок											
<b>Уметь:</b>											
рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок с учетом теплофизических свойств рабочих сред	ИД-1ПК-1		+								Расчетно-графическая работа/Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред»
рассчитывать тепловые процессы в элементах паротурбинных установок	ИД-1ПК-1						+				Контрольная работа/Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» Тестирование/Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок»
объяснять физические принципы работы элементов газотурбинных установок и их конструкцию	ИД-2ПК-1		+		+						Расчетно-графическая работа/Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» Коллоквиум/Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ»
объяснять физические принципы работы паротурбинных установок и конструкцию основных узлов паровых турбин	ИД-2ПК-1						+	+	+	+	Коллоквиум/Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины»
осуществлять выбор степени сжатия компрессора энергетической ГТУ простой тепловой схемы в зависимости от ее назначения (пикового, полупикового или базового)	ИД-3ПК-1				+						Расчетно-графическая работа/Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»
рассчитывать тепловую схему	ИД-3ПК-1		+	+							Расчетно-графическая работа/Выполнение

энергетической газотурбинной установки										пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»
определять технико-экономические показатели газотурбинных установок	ИД-3ПК-1			+						Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки»
анализировать влияние различных факторов на технико-экономические показатели энергетической газотурбинной установки	ИД-3ПК-1			+	+					Расчетно-графическая работа/Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»
рассчитывать принципиальные тепловые схемы паротурбинных установок	ИД-3ПК-1						+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки»
рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок	ИД-3ПК-1						+			Контрольная работа/Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки»
анализировать влияние основных параметров на технико-экономические показатели паротурбинных установок	ИД-3ПК-1						+	+	+	Коллоквиум/Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины»

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

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

###### **5 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест «Энергетика и электрогенерирующие станции» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)

###### **6 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование)
2. Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование)
3. Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

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

#### Экзамен (Семестр №6)

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

#### Курсовой проект (КП) (Семестр №7)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 6 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.- "Паровые и газовые турбины для электростанций", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010259.html>;
3. Абрамов, В. И. Учебное пособие по курсу "Газотурбинные установки": Основы проектирования и расчета стационарных газотурбинных установок / В. И. Абрамов, В. В. Чижов ; Ред. А. И. Соколов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1988 . – 100 с.;
4. 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 .;
5. 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.;
6. Баженов, М. И. Турбина N 2 ТЭЦ МЭИ : Методическое пособие к практическим занятиям по курсу "Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий" по направлению "Промышленная теплоэнергетика" / М. И. Баженов, В. И. Романов, А. Г. Спиридонов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 36 с.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=40>;
7. Выполнение тепловых схем энергетических установок : методическое пособие по дисциплине "Инженерная графика. Начертательная геометрия" / И. В. Гордеева, В. Н. Кауркин, Ю. В. Степанов, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 40 с.;
8. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции : Учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / В. Я. Рыжкин ; Ред. В. Я. Гиршфельд . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1987 . – 328 с.;
9. Трухний, А. Д. Стационарные паровые турбины / А. Д. Трухний . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 640 с. - ISBN 5-283-00069-9 .;
10. Щегляев, А. В. Паровые турбины: Теория теплового процесса и конструкции турбин. Кн.1. : Учебник для энергомашиностроительных и теплоэнергетических специальностей вузов / А. В. Щегляев . – 6-е изд, перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1993 . – 383 с. : 60.00 ..

## 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;
6. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

## 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-413, 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-03/1, Кабинет сотрудников	
	П-27, Переговорная	
	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

### Газотурбинные и паротурбинные установки

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Тест «Энергетика и электрогенерирующие станции» (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» (Контрольная работа)
- КМ-3 Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)
- КМ-5 Выполнение пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)
- КМ-7 Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	7	8	10	12	14	15
1	Введение в курс								
1.1	Введение в курс		+						
2	ГТУ простой тепловой схемы								
2.1	ГТУ простой тепловой схемы			+			+	+	+
3	Основные технико-экономические показатели ГТУ								
3.1	Основные технико-экономические показатели ГТУ				+	+	+		+
4	Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ								
4.1	Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ							+	+
5	Пути повышения экономических показателей ГТУ								
5.1	Пути повышения экономических показателей ГТУ								+
Вес КМ, %:			5	15	15	20	10	15	20

## 6 семестр

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

- КМ-1 Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование)  
 КМ-2 Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» (Контрольная работа)  
 КМ-3 Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование)  
 КМ-4 Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование)  
 КМ-5 Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки» (Контрольная работа)  
 КМ-6 Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» (Коллоквиум)

### 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	8	11	12	13	14
1	Тепловые схемы и циклы паросиловых установок							
1.1	Тепловые схемы и циклы паросиловых установок		+	+			+	+
2	Комбинированная выработка электроэнергии и тепла							
2.1	Комбинированная выработка электроэнергии и тепла				+		+	+
3	Особенности паросиловых установок АЭС							
3.1	Особенности паросиловых установок АЭС					+	+	+
4	Основные узлы и устройство паровых турбин. Основные типы паровых турбин							
4.1	Основные узлы и устройство паровых турбин. Основные типы паровых турбин		+					+
Вес КМ, %:			10	20	10	10	30	20

## 7 семестр

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

### Вид промежуточной аттестации – .

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:
		Неделя КМ:
Вес КМ, %:		

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Газотурбинные и паротурбинные установки

(название дисциплины)

7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-2 Оценка выполнения и оформления чертежа
- КМ-3 Оценка выполнения раздела КП
- КМ-4 Оценка выполнения раздела КП
- КМ-5 Оценка выполнения раздела КП
- КМ-6 Соблюдение графика выполнения КП и качество оформления расчетно-пояснительной записки и графического материала

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	12	14	16
1	Ознакомление с заданием на проект и методическими указаниями. Ознакомление с прототипом		+					
2	Оформление описания теплоэнергетической установки. Выполнение чертежа принципиальной тепловой схемы теплоэнергетической установки			+				
3	Обоснование выбираемых параметров в опорных точках принципиальной тепловой схемы				+			
4	Подробные расчеты каждого из типовых элементов принципиальной тепловой схемы					+		
5	Определение основных экономических характеристик теплоэнергетической установки						+	
6	Оформление расчетно-пояснительной записки и графического материала							+
Вес КМ, %:			5	20	10	30	20	15