

**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**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ГТУ**


<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</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5; 2 семестр - 2; всего - 7</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 16 часов; всего - 18 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 113,5 часов; 2 семестр - 51,7 часа; всего - 165,2 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>2 семестр - 51,7 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>2 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Проверочная работа</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Реферат</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b> <b>Защита курсового проекта</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа; 2 семестр - 0,3 часа; всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ремчуков С.С.
	Идентификатор	Rf7397161-RemchukovSS-d716397

(подпись)


С.С. Ремчуков

(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 теории и методики расчетов процессов в энергетических газотурбинных установках, принципов их конструирования

### Задачи дисциплины

- овладение основами расчета установившихся режимов элементов газотурбинных установок;
- ознакомление с методами повышения экономичности и надежности элементов газотурбинных установок;
- овладение основами проектирования элементов газотурбинных установок;
- ознакомление с автоматизированными методами проектирования и расчета элементов 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-2 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- особенности расчета и проектирования турбины, входящей в состав ГТУ;</li><li>- особенности определения основных параметров ГТУ с учетом охлаждения;</li><li>- конструкции современных газотурбинных установок;</li><li>- основные законы работы лопаточных машин;</li><li>- основные схемы газотурбинных установок и их технико-экономические показатели;</li><li>- особенности расчета и проектирования осевого компрессора.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- определять параметры тепловой схемы энергетической газотурбинной установки;</li><li>- рассчитывать и проектировать элементы энергетической газотурбинной установки;</li><li>- использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования.</li></ul>

## 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 7 зачетных единиц, 252 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	Основные схемы и циклы ГТУ	16	1	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные схемы и циклы ГТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные схемы и циклы ГТУ и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные схемы и циклы ГТУ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</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 текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные схемы и циклы ГТУ"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>
1.1	Основные схемы и циклы ГТУ	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	

													дополнительного материала по разделу "Основные схемы и циклы ГТУ" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 372-399	
2	Воздушные осевые компрессоры	52	10	-	14	-	-	-	-	-	-	28	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Воздушные осевые компрессоры"
2.1	Воздушные осевые компрессоры	52	10	-	14	-	-	-	-	-	-	28	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Воздушные осевые компрессоры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Воздушные осевые компрессоры и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Воздушные осевые компрессоры" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Воздушные осевые компрессоры" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 7-67
3	Газовые турбины	28	8	-	8	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>
3.1	Газовые турбины	28	8	-	8	-	-	-	-	-	-	12	-	Изучение материала по разделу "Газовые турбины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях

														<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Газовые турбины"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Газовые турбины и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Газовые турбины" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</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 текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Газовые турбины"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 177-200</p>
4	Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения	32	6	-	6	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>	
4.1	Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения	32	6	-	6	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>	

													<p>"Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</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 текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 25-60, 67-92</p>
5	Примеры конструкций ГТУ и ее элементов	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Примеры конструкций ГТУ и ее элементов"</p>
5.1	Примеры конструкций ГТУ и ее элементов	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу</p>



													"Примеры конструкций ГТУ и ее элементов" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Примеры конструкций ГТУ и ее элементов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 400-431
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	180.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5
	Итого за семестр	180.0		32	-	32		2		-	0.5		113.5
	Курсовой проект (КП)	72.0	2	-	-	-	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
	<b>ИТОГО</b>	<b>252.0</b>	-	<b>32</b>	-	<b>32</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>		<b>165.2</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. Основные схемы и циклы ГТУ

#### 1.1. Основные схемы и циклы ГТУ

Устройство и принцип действия простых газотурбинных установок (ГТУ). Краткая история развития ГТУ. Области применения ГТУ в различных отраслях промышленности. Перспективы применения ГТУ в энергетике. Сравнение ГТУ с другими типами тепловых двигателей. Простая одновальная ГТУ с циклом  $p = \text{const}$ . Сопоставление идеальной и реальной ГТУ, влияние потерь в турбине, компрессоре и камере сгорания на эффективность ГТУ. Зависимость коэффициента полезного действия (ГТУ), коэффициента полезной работы (ГТУ), удельной полезной работы (ГТУ) от степени сжатия, температуры перед газовой турбиной и температуры окружающей среды.

### 2. Воздушные осевые компрессоры

#### 2.1. Воздушные осевые компрессоры

Основные уравнения газового потока в осевых компрессорах: уравнение неразрывности, уравнение сохранения энергии, уравнение первого закона термодинамики, обобщенное уравнение Бернулли. Теория ступени осевого компрессора. Работа ступени осевого компрессора. Основные параметры ступени осевого компрессора: кинематические, термодинамические, геометрические параметры. Ступени с различной степенью реактивности. Усилия на лопатках и работа вращения колеса ступени. Условия работы ступеней, расположенных на различных радиусах: ступень осевого компрессора с постоянной циркуляцией, ступень с постоянной реактивностью. Основы аэродинамического расчета ступени осевого компрессора. Потери в лопаточном венце. Назначение, особенности и работа сверх- и трансзвуковых ступеней. Многоступенчатые осевые компрессоры. Связь между параметрами ступени и компрессора. Формы проточной части и изменение осевой скорости по тракту осевого компрессора. Распределение работы сжатия по ступеням компрессора.

### 3. Газовые турбины

#### 3.1. Газовые турбины

Рабочий процесс в ступени газовой турбины. Охлаждение ступени турбины. Расчет ступени турбины с учетом охлаждения. Многоступенчатая газовая турбина. Рабочий процесс в многоступенчатой газовой турбине. Особенности проточной части многоступенчатой газовой турбины. Сопротивление выходного патрубка газовой турбины, определение числа ступеней газовой турбины и ее размеров. Характеристика газовой турбины.

### 4. Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения

#### 4.1. Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения

Выбор температуры газа за камерой сгорания. Определение глубины охлаждения сопловых и рабочих лопаток и расхода охлаждающего воздуха. Расчет скоростей потока и углов натекания потока на сопловые и рабочие лопатки с учетом распределения расходов охлаждающего воздуха по решеткам турбины. Расчет потерь в проточной части турбины с учетом охлаждения её элементов. Определение КПД, удельной полезной работы с учетом охлаждения корпуса и ротора газовой турбины.

### 5. Примеры конструкций ГТУ и ее элементов

### 5.1. Примеры конструкций ГТУ и ее элементов

Изучение конструкций ГТУ различных фирм с высоким КПД, а также предназначенных для работы в составе ПГУ. Изучение особенностей конструкций лопаточного аппарата компрессоров и турбин.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Расчет эффективности (КПД, удельная полезная работа, коэффициент полезной работы, оптимальные степени сжатия, удельный расход рабочего тела) ГТУ, работающих по разным схемам (2 часа);
2. Расчет ступени компрессора на среднем диаметре. Расчет ступени компрессора по высоте (10 часов);
3. Расчет многоступенчатого компрессора. Выбор оптимальной геометрии проточной части (4 часа);
4. Расчет ступени турбины, особенности расчета многоступенчатых газовых турбин (8 часов);
5. Особенности газодинамического расчета ступени турбины с охлаждения (6 часов);
6. Разбор основных узлов проточной части энергетической газотурбинной установки (2 часа).

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Энергетическая газотурбинная установка

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 3	4 - 7	8 - 10	11	12 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	3, 4, 5	6, 7	8	9	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	20	20	5	45	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	30	50	55	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет тепловой схемы ГТУ (без учета охлаждения) с целью определения расходов воздуха, газа, топлива, мощности турбины, компрессора и ГТУ
2	Уточнение расчета тепловой схемы с учетом охлаждения
3	Расчет проточной части компрессора с целью определения диаметров ступеней, высоты направляющих и рабочих лопаток, числа ступеней.
4	Термогазодинамический расчет параметров газового потока на среднем диаметре проточной части компрессора.

5	Расчет радиального распределения кинематических параметров первой ступени компрессора по 5-ти сечениям. Подбор профилей для полученных сечений первой ступени компрессора
6	Рассчитать проточную часть турбины. В результате расчета определить средние диаметры ступеней, высоты направляющих и рабочих лопаток, число ступеней.
7	Гидрогазодинамический расчет первой ступени турбины с учетом охлаждения. Расчет на изгиб и растяжение рабочей лопатки первой ступени газовой турбины и оценка долговечности работы данной лопатки.
8	Рассчитать основные геометрические размеры камеры сгорания.
9	Графическая часть: продольный разрез ГТУ, поперечный разрез ГТУ по подшипнику и КС, выноска ступени газовой турбины и компрессора, чертеж профилей первой ступени компрессора и ступени турбины.

### 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	
<b>Знать:</b>							
особенности расчета и проектирования осевого компрессора	ИД-1ПК-2		+				Тестирование/Осевые воздушные компрессоры
основные схемы газотурбинных установок и их технико-экономические показатели	ИД-1ПК-2	+					Проверочная работа/Тепловые схемы и термодинамические циклы ГТУ
основные законы работы лопаточных машин	ИД-1ПК-2		+				Тестирование/Осевые воздушные компрессоры
конструкции современных газотурбинных установок	ИД-1ПК-2					+	Реферат/Турбины ГТУ. Охлаждение деталей турбины ГТУ
особенности определения основных параметров ГТУ с учетом охлаждения	ИД-1ПК-2				+		Реферат/Турбины ГТУ. Охлаждение деталей турбины ГТУ
особенности расчета и проектирования турбины, входящей в состав ГТУ	ИД-1ПК-2			+			Тестирование/Осевые газовые турбины в составе ГТУ
<b>Уметь:</b>							
использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования	ИД-1ПК-2				+	+	Реферат/Турбины ГТУ. Охлаждение деталей турбины ГТУ
рассчитывать и проектировать элементы энергетической газотурбинной установки	ИД-1ПК-2		+				Контрольная работа/Воздушные осевые компрессора Расчетно-графическая работа/Выполнение типового расчета "Расчет радиального распределения кинематических параметров ступени осевого компрессора" Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета "Расчет радиального распределения кинематических параметров ступени осевого компрессора"

определять параметры тепловой схемы энергетической газотурбинной установки	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>	+					Проверочная работа/Тепловые схемы и термодинамические циклы 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**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита типового расчета "Расчет радиального распределения кинематических параметров ступени осевого компрессора" (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Осевые воздушные компрессоры (Тестирование)
2. Осевые газовые турбины в составе ГТУ (Тестирование)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Турбины ГТУ. Охлаждение деталей турбины ГТУ (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. Воздушные осевые компрессора (Контрольная работа)
2. Тепловые схемы и термодинамические циклы ГТУ (Проверочная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выполнение типового расчета "Расчет радиального распределения кинематических параметров ступени осевого компрессора" (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

#### Экзамен (Семестр №1)

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

#### Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

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

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

1. А. В. Кистойчев- "Проектирование лопаточного аппарата осевых компрессоров ГТУ", Издательство: "Издательство Уральского университета", Екатеринбург, 2014 - (121 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276263>;
2. Трухний А.Д.- "Парогазовые установки электростанций", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012772.html>;

3. Костюк А.Г.- "Тепловой расчет охлаждаемой ступени газовой турбины", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016 - (116 с.)

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009352.html>;

4. Костюк А.Г. , Фролов В. В., Булкин А.Е. , Трухний А.Д. - "Паровые и газовые турбины для электростанций", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (557 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72260](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72260).

## **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. Python;

6. SmathStudio;

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

8. Jupyter.

## **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
	П-20, Учебная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-20, Учебная аудитория	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	П-20, Учебная аудитория	
Помещения для самостоятельной	П-28, Комната для	



работы	самостоятельных занятий студентов	
Помещения для консультирования	П-03/1, Кабинет сотрудников	
	П-27, Переговорная	
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

### Энергетические ГТУ

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Тепловые схемы и термодинамические циклы ГТУ (Проверочная работа)
- КМ-2 Осевые воздушные компрессоры (Тестирование)
- КМ-3 Воздушные осевые компрессора (Контрольная работа)
- КМ-4 Осевые газовые турбины в составе ГТУ (Тестирование)
- КМ-5 Турбины ГТУ. Охлаждение деталей турбины ГТУ (Реферат)
- КМ-6 Выполнение типового расчета "Расчет радиального распределения кинематических параметров ступени осевого компрессора" (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Защита типового расчета "Расчет радиального распределения кинематических параметров ступени осевого компрессора" (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	3	7	11	11	12	14	15
1	Основные схемы и циклы ГТУ								
1.1	Основные схемы и циклы ГТУ		+						
2	Воздушные осевые компрессоры								
2.1	Воздушные осевые компрессоры			+	+			+	+
3	Газовые турбины								
3.1	Газовые турбины					+			
4	Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения								
4.1	Определение основных параметров ГТУ с учетом охлаждения						+		
5	Примеры конструкций ГТУ и ее элементов								
5.1	Примеры конструкций ГТУ и ее элементов						+		
Вес КМ, %:			10	15	20	15	15	15	10

#### 2 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

### Энергетические ГТУ

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Выполнение разделов 1 и 2
- КМ-2 Выполнение разделов 3, 4, 5
- КМ-3 Выполнение разделов 6, 7
- КМ-4 Выполнение раздела 8
- КМ-5 Выполнение раздела 9

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	7	10	11	15
1	Расчет тепловой схемы ГТУ (без учета охлаждения) с целью определения расходов воздуха, газа, топлива, мощности турбины, компрессора и ГТУ		+				
2	Уточнение расчета тепловой схемы с учетом охлаждения		+				
3	Расчет проточной части компрессора с целью определения диаметров ступеней, высоты направляющих и рабочих лопаток, числа ступеней.			+			
4	Термогазодинамический расчет параметров газового потока на среднем диаметре проточной части компрессора.			+			
5	Расчет радиального распределения кинематических параметров первой ступени компрессора по 5-ти сечениям. Подбор профилей для полученных сечений первой ступени компрессора			+			
6	Рассчитать проточную часть турбины. В результате расчета определить средние диаметры ступеней, высоты направляющих и рабочих лопаток, число ступеней.				+		
7	Гидрогазодинамический расчет первой ступени турбины с учетом охлаждения. Расчет на изгиб и растяжение рабочей лопатки первой ступени газовой турбины и оценка долговечности работы данной лопатки.				+		

8	Рассчитать основные геометрические размеры камеры сгорания.				+	
9	Графическая часть: продольный разрез ГТУ, поперечный разрез ГТУ по подшипнику и КС, выноска ступени газовой турбины и компрессора, чертеж профилей первой ступени компрессора и ступени турбины.					+
Вес КМ, %:		10	20	20	5	45