

**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**  
**КОНСТРУКЦИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ТУРБОМАШИН**


<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.10</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 39,7 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>Коллоквиум</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>7 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2021**

## 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 устройства турбомашин с точки зрения обеспечения их надежной эксплуатации

### Задачи дисциплины

- ознакомление с материалами, применяемые для изготовления отдельных деталей турбомашин;
- изучение конструкции отдельных деталей турбомашин и их взаимосвязи;
- изучение основных принципов установки турбоагрегата на фундаменте с обеспечением его свободного теплового расширения от фиксипункта.

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-2ПК-1 Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности	знать: - материалы, применяемые для изготовления основных деталей турбомашин; - основные технические требования, предъявляемые к турбомашинам; - конструкцию роторов и рабочих лопаток и назначение их основных элементов; - конструкцию статора и назначение его основных элементов; - принципы работы опорного и упорного подшипников и их конструкцию; - разновидности уплотнений и их конструкции; - основные причины стеснения тепловых расширений турбоагрегата на фундаменте и меры борьбы с ними.  уметь: - объяснять назначение основных деталей турбомашин.

## 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 2 зачетных единицы, 72 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	Особенности конструкций турбомашин	7.7	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3.7	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>                      Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], стр. 206-214, 248-253, 274                      [3], стр. 63-68                      [4], стр. 60-65                      [5], стр. 3-9                      [6], стр. 4-22                      [7], стр. 3-24</p>
1.1	Особенности конструкций турбомашин	7.7		2	-	2	-	-	-	-	-	3.7	-	
2	Ротора и рабочие лопатки	12		2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-
2.1	Ротора и рабочие лопатки	12	2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	

3	Статоры	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, 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 «Корпуса турбин. Сопловые решетки и диафрагмы»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 281-298 [3], стр. 87-108 [4], стр. 78-100 [5], стр. 55-102 [6], стр. 71-92 [7], стр. 75-98</p>
3.1	Статоры	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
4	Подшипники	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 298-315 [3], стр. 111-135 [4], стр. 103-122 [5], стр. 103-134 [6], стр. 92-111 [7], стр. 99-126</p>
4.1	Подшипники	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
5	Уплотнения	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделам и подготовка к тесту «Подшипники. Уплотнения»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 108-111</p>
5.1	Уплотнения	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	

													[4], стр. 100-104 [6], стр. 112-134 [7], стр. 127-148
6	Установка турбоагрегата на фундаменте	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекций, изучение материала по разделу
6.1	Установка турбоагрегата на фундаменте	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 315-321 [3], стр. 135-143 [4], стр. 123-132 [5], стр. 10-32 [6], стр. 23-48 [7], стр. 25-50
7	Органы защиты и парораспределения	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии
7.1	Органы защиты и парораспределения	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделам и подготовка к коллоквиуму «Конструкция деталей и узлов турбины» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 175-184 [4], стр. 164-174 [5], стр. 135-147 [6], стр. 135-148 [7], стр. 149-160
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	39.7	-	
	Итого за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	39.7	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Особенности конструкций турбомашин

#### 1.1. Особенности конструкций турбомашин

Типы турбомашин и области их применения. Основные технические требования, предъявляемые к турбомашинам. Основные принципы конструирования. Материалы, применяемые в энергомашиностроении.

### 2. Ротора и рабочие лопатки

#### 2.1. Ротора и рабочие лопатки

Валопровод турбоагрегата. Валоповоротные устройства. Условия работы роторов и рабочих лопаток. Конструкции рабочих лопаток. Бандажи и связи. Назначение и конструкции роторов валопровода. Конструкции соединительных муфт. Материалы роторов и рабочих лопаток.

### 3. Статоры

#### 3.1. Статоры

Назначение, условия работы и конструкции корпусов. Обеспечение тепловых расширений цилиндров статора. Материалы цилиндров и обойм диафрагм. Диафрагмы, сопловые и направляющие аппараты, поворотные диафрагмы. Сопловые аппараты первых ступеней турбин. Установка диафрагм в цилиндрах или обоймах. Материалы деталей статора.

### 4. Подшипники

#### 4.1. Подшипники

Принцип работы опорного подшипника. Назначение и условия работы опорных подшипников. Конструкции и смазка опорных подшипников. Материалы для опорных подшипников. Принцип работы упорного подшипника. Условия работы упорных подшипников и требования к ним. Конструкции и смазка упорных подшипников. Материалы для колодок упорных подшипников. Корпуса подшипников. Система смазки подшипников и статического гидродъема роторов. Охлаждение подшипников. Масляные уплотнения.

### 5. Уплотнения

#### 5.1. Уплотнения

Общие требования и разновидности уплотнений. Конструкции уплотнений. Трубопроводы концевых уплотнений. Материалы для уплотнений.

### 6. Установка турбоагрегата на фундаменте

#### 6.1. Установка турбоагрегата на фундаменте

Фундамент турбоагрегата. Опирающие турбоагрегата на фундамент. Стеснение тепловых расширений турбоагрегата на фундаменте и меры борьбы с ними.

### 7. Органы защиты и парораспределения

#### 7.1. Органы защиты и парораспределения

Назначение и конструкции регулирующих клапанов паровых турбин. Назначение и конструкции стопорных и обратных клапанов. Материалы.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Турбоустановка К-300-23,5 ЛМЗ (2 часа);
2. Конструкция роторов и рабочих лопаток (4 часа);
3. Конструкция статора (4 часа);
4. Конструкция подшипников (2 часа);
5. Конструкция уплотнений (2 часа);
6. Конструкция стопорных и регулирующих клапанов (2 часа).

### **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	7		
<b>Знать:</b>										
основные причины стеснения тепловых расширений турбоагрегата на фундаменте и меры борьбы с ними	ИД-2ПК-1							+		Коллоквиум/Коллоквиум «Конструкция деталей и узлов турбины»
разновидности уплотнений и их конструкции	ИД-2ПК-1						+			Тестирование/Тест «Подшипники. Уплотнения»
принципы работы опорного и упорного подшипников и их конструкцию	ИД-2ПК-1				+					Тестирование/Тест «Подшипники. Уплотнения»
конструкцию статора и назначение его основных элементов	ИД-2ПК-1			+						Тестирование/Тест «Корпуса. Диафрагмы и сопловые аппараты»
конструкцию роторов и рабочих лопаток и назначение их основных элементов	ИД-2ПК-1		+							Тестирование/Тест «Ротора и рабочие лопатки»
основные технические требования, предъявляемые к турбомашинам	ИД-2ПК-1	+								Коллоквиум/Коллоквиум «Конструкция деталей и узлов турбины»
материалы, применяемые для изготовления основных деталей турбомашин	ИД-2ПК-1		+	+	+	+			+	Коллоквиум/Коллоквиум «Конструкция деталей и узлов турбины»
<b>Уметь:</b>										
объяснять назначение основных деталей турбомашин	ИД-2ПК-1		+	+	+	+			+	Коллоквиум/Коллоквиум «Конструкция деталей и узлов 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**

**7 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест «Корпуса. Диафрагмы и сопловые аппараты» (Тестирование)
2. Тест «Подшипники. Уплотнения» (Тестирование)
3. Тест «Ротора и рабочие лопатки» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум «Конструкция деталей и узлов турбины» (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

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. 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);
3. 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 .;
4. Ломакин Б.В.- "Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014165.html>;
5. Трухний, А. Д. Атлас конструкций деталей турбин : Учебное пособие по направлениям "Энергомашиностроение" и "Теплоэнергетика" / А. Д. Трухний, Б. Н. Крупенников, С. В. Петрунин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 2-е изд., стереотип . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 148 с. - ISBN 5-7046-0451-X .;
6. Трухний, А. Д. Атлас конструкций деталей турбин. В 2 ч. Ч.1. Чертежи и конструкции = Atlas of Turbine Parts Design. Part 1. Drawings and designs : учебное пособие по направлениям "Энергомашиностроение" и "Теплоэнергетика" : пер. с англ. / А. Д. Трухний, Б. Н. Крупенников, А. Н. Троицкий, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 3-е изд., прераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 152 с. - Часть книги на английском языке . - ISBN 978-5-383-00022-9 .;

7. Трухний, А. Д. Атлас конструкций деталей турбин. В 2 ч. Ч.2. Описания конструкций = Atlas of Turbine Parts Design. Part 2. Drawing Descriptions : учебное пособие по направлениям "Энергомашиностроение" и "Теплоэнергетика" : пер. с англ. / А. Д. Трухний, Б. Н. Крупенников, А. Н. Троицкий, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 164 с. - Часть книги на английском языке . - ISBN 978-5-383-00107-3 ..

### 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.

### 5.3 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

промежуточной аттестации	Б-402, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, 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

## Конструкция деталей и узлов турбомашин

(название дисциплины)

## 7 семестр

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

КМ-1 Тест «Ротора и рабочие лопатки» (Тестирование)

КМ-2 Тест «Корпуса. Диафрагмы и сопловые аппараты» (Тестирование)

КМ-3 Тест «Подшипники. Уплотнения» (Тестирование)

КМ-4 Коллоквиум «Конструкция деталей и узлов турбины» (Коллоквиум)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Особенности конструкций турбомашин					
1.1	Особенности конструкций турбомашин					+
2	Ротора и рабочие лопатки					
2.1	Ротора и рабочие лопатки		+			+
3	Статоры					
3.1	Статоры			+		+
4	Подшипники					
4.1	Подшипники				+	+
5	Уплотнения					
5.1	Уплотнения				+	+
6	Установка турбоагрегата на фундаменте					
6.1	Установка турбоагрегата на фундаменте					+
7	Органы защиты и парораспределения					
7.1	Органы защиты и парораспределения					+
Вес КМ, %:			20	20	20	40