

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	7 семестр - 16 часов;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	7 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2018

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><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу и подготовка к тесту «Корпуса турбин. Сопловые решетки и диафрагмы»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделам и подготовка к тесту «Подшипники. Уплотнения»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекций, изучение материала по разделу
6.1	Установка турбоагрегата на фундаменте	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, изучение материала по разделу и подготовка к выполнению заданий на практическом занятии
7.1	Органы защиты и парораспределения	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделам и подготовка к коллоквиуму «Конструкция деталей и узлов турбины» <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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 турбонасосам. Основные принципы конструирования. Материалы, применяемые в энергетическом машиностроении.

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 гидродохода 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		
Знать:										
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»
Уметь:										
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;
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
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