

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ**


<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.01.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 8 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 124,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>8 семестр - 1,2 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2019**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федюхин А.В.
	Идентификатор	Rc1c8a01a-FediukhinAV-59cb47d9

(подпись)


**А.В. Федюхин**

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель образовательной программы**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rbd1b9495-KhomchenkoNV-644530


(подпись)

**Н.В. Хомченко**

(расшифровка подписи)

**Заведующий выпускающей кафедры**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

**А.Б. Гаряев**

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Ознакомление с теоретическими основами и принципами действия компрессоров различных типов, работающих на разнообразных рабочих телах (воздух, кислород, фреон, аммиак и другие Газы), насосов и вентиляторов, паровых и газовых турбин, детандеров, используемых в энергетическом хозяйстве промышленных предприятий, конструктивным оформлением этих машин, методами их расчета и конструирования, характерными режимами и технико-экономическими показателями их работы

### Задачи дисциплины

- Получить представление об использовании нагнетателей и тепловых двигателей в различных отраслях народного хозяйства, включая и тепловые электростанции;
- Освоить методы расчета основных характеристик машин, позволяющие производить коррекцию характеристик при изменении типоразмеров, условий эксплуатации и т.д.;
- Освоить методы конструирования машин по заданным условиям;
- Изучить отдельные конструкции гидромашин на примере насосов, вентиляторов, компрессоров, паровых турбин, газотурбинных установок, двигателей внутреннего сгорания;
- Изучить назначение и работу систем регулирования, защиты, маслоснабжения и конденсационных устройств паровых турбин.

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 проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - методические, нормативные и руководящие материалы по безопасности эксплуатации электроустановок.  уметь: - организовывать безопасное проведение работ и вести надзор за ними.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - строение и свойства материалов; - сущность явлений, происходящих в материалах при их обработке и в условиях эксплуатации изделий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоснабжение и теплотехническое оборудование (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Тепловые двигатели. Виды, назначение.	26.6	8	2	-	2	-	0.4	-	0.2	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловые двигатели. Виды, назначение." <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тепловые двигатели. Виды, назначение." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 2-45 [2], стр. 2-57
1.1	Общие сведения о тепловых двигателях	13.3		1	-	1	-	0.2	-	0.1	-	11	-	
1.2	Типовые конструкции и принцип действия паровых турбин	13.3		1	-	1	-	0.2	-	0.1	-	11	-	
2	Турбинная ступень	26.6		2	-	2	-	0.4	-	0.2	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Турбинная ступень" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Турбинная ступень" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 46-89 [2], стр. 58-156
2.1	Турбинная ступень и ее характеристики	13.3		1	-	1	-	0.2	-	0.1	-	11	-	
2.2	Потери энергии в турбинных ступенях	13.3		1	-	1	-	0.2	-	0.1	-	11	-	
3	Многоступенчатые паровые турбины	27.0		2	-	2	-	0.6	-	0.4	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Многоступенчатые паровые турбины" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу
3.1	Тепловой процесс многоступенчатой паровой турбины	13.5		1	-	1	-	0.3	-	0.2	-	11	-	
3.2	Определение	13.5	1	-	1	-	0.3	-	0.2	-	11	-		

	показателей многоступенчатой турбины													"Многоступенчатые паровые турбины" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 112-167 [2], стр. 202-257
4	Основные системы, обеспечивающие работу турбин	27.8	2	-	2	-	0.6	-	0.4	-	22.8	-		<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные системы, обеспечивающие работу турбин"
4.1	Конденсационные установки паровых турбин	13.5	1	-	1	-	0.3	-	0.2	-	11	-		<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
4.2	Системы маслоснабжения турбин	14.3	1	-	1	-	0.3	-	0.2	-	11.8	-		Повторение материала по разделу "Основные системы, обеспечивающие работу турбин"
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 170-198 [2], стр. 317-378
	Всего за семестр	144.0	8	-	8	-	2.0	-	1.2	0.3	88.8	35.7		
	Итого за семестр	144.0	8	-	8		2.0		1.2	0.3		124.5		

**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. Тепловые двигатели. Виды, назначение.

##### 1.1. Общие сведения о тепловых двигателях

Назначение и область применения тепловых двигателей. Перспективы развития тепловых двигателей.

##### 1.2. Типовые конструкции и принцип действия паровых турбин

Одноступенчатые турбины. Многоступенчатые активные турбины. Многоступенчатые реактивные турбины.

#### 2. Турбинная ступень

##### 2.1. Турбинная ступень и ее характеристики

Геометрические характеристики турбинной ступени. Процессы движения пара в межлопаточных каналах ступени. Треугольники скоростей. Работа на окружности.

##### 2.2. Потери энергии в турбинных ступенях

Классификация потерь энергии. Относительные КПД турбинных ступеней. Размеры турбинных лопаток.

#### 3. Многоступенчатые паровые турбины

##### 3.1. Тепловой процесс многоступенчатой паровой турбины

Тепловой процесс в  $h-s$  диаграмме. Коэффициент возврата теплоты. Характеристический коэффициент. Методика теплового расчета турбины.

##### 3.2. Определение показателей многоступенчатой турбины

Осевые усилия, действующие на ротор турбины, способы уменьшения. Предельная мощность, способы увеличения предельной мощности.

#### 4. Основные системы, обеспечивающие работу турбин

##### 4.1. Конденсационные установки паровых турбин

Назначение, принципиальная схема конденсационной установки. Конструкция конденсаторов. Характеристики конденсаторов. Проверка конденсатора на гидравлическую герметичность.

##### 4.2. Системы маслоснабжения турбин

Характеристика смазывающих масел и их определение. Простейшая схема регулирования. Механизм управления турбиной. Регуляторы скорости. Системы защиты.

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

1. Типовые конструкции и принцип действия паровых турбин;
2. Турбинная ступень и ее характеристики;
3. Потери энергии в турбинных ступенях;
4. Тепловой процесс многоступенчатой паровой турбины;
5. Определение показателей многоступенчатой турбины;
6. Конденсационные установки паровых турбин;

7. Системы маслоснабжения турбин.

**3.4. Темы лабораторных работ**  
не предусмотрено

**3.5 Консультации**

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловые двигатели. Виды, назначение."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Турбинная ступень"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Многоступенчатые паровые турбины"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные системы, обеспечивающие работу турбин"

**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	
<b>Знать:</b>						
методические, нормативные и руководящие материалы по безопасности эксплуатации электроустановок	ИД-2ПК-1		+			Тестирование/Турбинная ступень
сущность явлений, происходящих в материалах при их обработке и в условиях эксплуатации изделий	ИД-4ПК-1				+	Тестирование/Конденсационные установки паровых турбин
строение и свойства материалов	ИД-4ПК-1			+		Тестирование/Тепловые двигатели
<b>Уметь:</b>						
организовывать безопасное проведение работ и вести надзор за ними	ИД-2ПК-1	+				Расчетно-графическая работа/Расчет тепловой 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**

**8 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Конденсационные установки паровых турбин (Тестирование)
2. Тепловые двигатели (Тестирование)
3. Турбинная ступень (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет тепловой турбины (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №8)*

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Ляшков, В. И. Нагнетатели, тепловые двигатели и термотрансформаторы в системах энергообеспечения предприятий : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. И. Ляшков . – М. : ИНФРА-М, 2017 . – 218 с. – (Высшее образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-16-012314-1 .;
2. М. К. Вайсбейн- "Тепловые двигатели", Издательство: "Типо-Литография Н. Л. Ныркина", Санкт-Петербург, 1910 - (416 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=225279>.

##### **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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
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
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Нагнетатели и тепловые двигатели

(название дисциплины)

## 8 семестр

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

КМ-1 Расчет тепловой турбины (Расчетно-графическая работа)

КМ-2 Турбинная ступень (Тестирование)

КМ-3 Тепловые двигатели (Тестирование)

КМ-4 Конденсационные установки паровых турбин (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Тепловые двигатели. Виды, назначение.					
1.1	Общие сведения о тепловых двигателях		+			
1.2	Типовые конструкции и принцип действия паровых турбин		+			
2	Турбинная ступень					
2.1	Турбинная ступень и ее характеристики			+		
2.2	Потери энергии в турбинных ступенях			+		
3	Многоступенчатые паровые турбины					
3.1	Тепловой процесс многоступенчатой паровой турбины				+	
3.2	Определение показателей многоступенчатой турбины				+	
4	Основные системы, обеспечивающие работу турбин					
4.1	Конденсационные установки паровых турбин					+
4.2	Системы маслоснабжения турбин					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25