

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

08 сентября 2017 г.



Кафедра "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта"

Автор Дмитренко Артур Владимирович, д.т.н., профессор

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Нагнетатели и тепловые двигатели**

Направление подготовки:	<u>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</u>
Профиль:	<u>Промышленная теплоэнергетика</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2016</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 1 06 сентября 2017 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 2 04 сентября 2017 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Б.Н. Минаев</p>
---	--

Москва 2017 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения учебной дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» является формирование в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем «Промышленная теплоэнергетика» компетенций, позволяющих на основе изучения назначения, принципа действия, параметров и показателей работы основных конструктивных типов нагнетателей и тепловых двигателей, используемых в промышленных теплоэнергетических установках провести выбор рационального типа нагнетателя и теплового двигателя для конкретных условий эксплуатации, выполнить расчетное и экспериментальное определение параметров и показателей работы, оценить сравнительный уровень энергетической эффективности.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Нагнетатели и тепловые двигатели" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Математика:**

Знания: основы дифференциального и интегрального исчисления, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, основы численных методов, элементы теории вероятностей и математической статистики.

Умения: использовать математический аппарат при изучении естественно - научных дисциплин; строить математические модели физических явлений и химических процессов; проводить физический и химический эксперименты, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики.

Навыки: методами дифференцирования и интегрирования функций, основными аналитическими и численными методами решения алгебра-ических и дифференциальных уравнений и систем, основными методами теоретического и экспериментального исследования физических и химических явлений.

#### **2.1.2. Физика:**

Знания: основные понятия и законы классической физики.

Умения: использовать основные физические формулы и константы, выбрать метод решения физической задачи.

Навыки: техникой проведения физического эксперимента.

#### **2.1.3. Химия:**

Знания: основные законы химии; химические свойства элементов; методы описания химических равновесий в растворах.

Умения: проводить химический эксперимент.

Навыки: основными методами теоретического и экспериментального исследования химических явлений.

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Энергетика ж.д. транспорта. Нормирование потребления топливно-энергетических ресурсов

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-2 способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать и понимать: закономерности технической термодинамики и ее технических приложений на уровне, обеспечивающем готовность к проведению самостоятельной работы</p> <p>Уметь: индивидуально разработать (принять) план решения конкретной задачи технической термодинамики применительно к элементу (узлу) теплотехнологической установки или системы</p> <p>Владеть: знаниями и умениями для реализации плана решения конкретной задачи технической термодинамики</p>
2	ПК-4 способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	<p>Знать и понимать: методы определения основных показателей качества сточных вод и концентрации выбросов загрязняющих веществ, некоторых свойств и технологических характеристик фильтровальных материалов и т.п.; методы математического анализа, моделирования и экспериментального исследования; правила оформления и представления научно-технической информации</p> <p>Уметь: составить программу наблюдений с указанием измеряемых величин и средств измерений (приборов); использовать эти знания для проведения экспериментов по заданной методике.</p> <p>Владеть: приемами работы с измерительными средствами (установками) и измерительными приборами; математическим аппаратом для анализа и обработки результатов экспериментов, оценки погрешностей измерений.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

4 зачетные единицы (144 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 5
Контактная работа	59	59,15
Аудиторные занятия (всего):	59	59
В том числе:		
лекции (Л)	18	18
практические (ПЗ) и семинарские (С)	18	18
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	18	18
Контроль самостоятельной работы (КСР)	5	5
Самостоятельная работа (всего)	49	49
Экзамен (при наличии)	36	36
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	144	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	4.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1), ПК1, ПК2	КР (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5	Раздел 1 Компрессорные машины	4	6	4/2		8	22/2		
2	5	Тема 1.1 Основные элементы конструкции поршневых компрессоров. Индикаторная диаграмма ступени. Многоступенчатое сжатие и промежуточное охлаждение. Определение показателей работы. Регулирование производительности. Компрессорные установки с поршневыми компрессорами. Поршневые детандеры. Роторные и винтовые компрессоры. Лопаточные компрессоры. Работа ступени. Многоступенчатые осевые и центробежные компрессоры. Определение показателей работы. Переменные режимы.	4						4	
3	5	Раздел 2 Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)	4	6	6/3	1	8	25/3		
4	5	Тема 2.2 Тепловые двигатели и теплосиловые установки. Схема, основные элементы и основные принципы работы. Работа поршневых д.в.с, четырех-	4			1		5	ПК1, Устный опрос, решение задач	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		двух-тактные двигатели. Индикаторная диаграмма. Определение показателей работы. Использование теплоты в д.в.с; пути повышения эффективности. Формирование д.в.с; наддув. Двигатели Стирлинга								
5	5	Раздел 3 Вентиляторы	2	2	2/1	1	8	15/1		
6	5	Тема 3.3 История создания. Принципиальные схемы вентиляторов их конструктив-ные ти-пы и принцип работы . Определение пока-зателей работы. Выбор вентиляторов и их работа на сеть	2			1		3		
7	5	Раздел 4 Насосы	2			1	8	11		
8	5	Тема 4.4 История создания. Принципиальные схемы конструктивные типы и принцип работы насосов. Определение показателей работы. Выбор насосов; их работа на сеть	2			1		3		
9	5	Раздел 5 Газотурбинные установки (ГТУ)	4	2	2/1	1	8	17/1		
10	5	Тема 5.5 Циклы ГТУ: с адиабатным сжатием и изобарным подводом теплоты, с изотермическим сжатием и изобарным подводом теплоты, с изотермическим	4			1		5	ПК2, Тестирование знаний	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		сжатием и изотермическим расширением, с изохорным подводом теплоты, с замкнутым циклом. ГТУ, параметры и показатели работы. Теплотехнические мероприятия по повышению эффективности. Перечень основных особенностей работы высокотемпературных ГТУ и принципиальные схемы							
11	5	Раздел 6 Паровые турбины	2	2	4/2	1	9	54/2	
12	5	Тема 6.6 Диаграмма режимов. Циклы Карно и Ренкина. Определение теоретического расхода пара и термического КПД цикла ПСУ по h-s – диаграмме. Цикл с повторным перегревом пара. Регенеративный цикл. Цикл ТЭЦ. Сравнение совместной и отдельной выработки электрической и тепловой энергии. Бинарные ПСУ (парогазовый цикл). Основы регулирования энергетических паровых турбин. Принципиальные схемы паротурбинных установок. Схемы, балансовые соотношения, стандартные параметры свежего пара. Работа паровых турбин	2			1		39	КР, ЭК



№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		переменных режимах							
13		Всего:	18	18	18/9	5	49	144/9	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 1 Компрессорные машины	Анализ результатов испытания поршне-вого компрессора	2
2	5	РАЗДЕЛ 1 Компрессорные машины	Изучение конструкции поршневых компрессоров	2
3	5	РАЗДЕЛ 1 Компрессорные машины	Испытание поршневого компрессора	2
4	5	РАЗДЕЛ 2 Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)	Изучение конструкции д.в.с.	2
5	5	РАЗДЕЛ 2 Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)	Изучение работы основных систем д.в.с.	2
6	5	РАЗДЕЛ 2 Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)	Испытание д.в.с.	2
7	5	РАЗДЕЛ 3 Вентиляторы	Испытание центробежного вентилятора	2
8	5	РАЗДЕЛ 5 Газотурбинные установки (ГТУ)	Изучение конструкции паровых и газовых турбин	2
9	5	РАЗДЕЛ 6 Паровые турбины	Защита лабораторных работ	2
ВСЕГО:				36 / 9

Практические занятия предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 1 Компрессорные машины	Определение параметров процессов сжатия и расширения .Определение показателей работы поршневого компрессора	2 / 1
2	5	РАЗДЕЛ 1 Компрессорные машины	Определение показателей работы многоступенчатого осевого компрессора. Определение показателей работы центробежного компрессора и насоса	2 / 1
3	5	РАЗДЕЛ 2 Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)	Построение индикаторной диаграммы двухтактного двс	2 / 1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
4	5	РАЗДЕЛ 2 Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)	Построение индикаторной диаграммы четырехтактного дсв	4 / 2
5	5	РАЗДЕЛ 3 Вентиляторы	Определение показателей работы	2 / 1
6	5	РАЗДЕЛ 5 Газотурбинные установки (ГТУ)	Определение показателей работы газовой ГТУ	2 / 1
7	5	РАЗДЕЛ 6 Паровые турбины	Определение показателей работы паровой турбины	2 / 1
8	5	РАЗДЕЛ 6 Паровые турбины	Построение нагрузочной характеристики энергетической паровой турбины	2 / 1
ВСЕГО:				36 / 9

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Определение показателей работы нагнетателей и тепловых двигателей

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе обучения должны использоваться интерактивные формы проведения занятий, связанные с обсуждением дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» и приложением к решению практических задач специальности.

В соответствии с учебным планом объем интерактивной формы обучения соответствует следующему количеству часов: в пятом семестре – 9 часов.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 1 Компрессорные машины	Изучение лекционного материала , проработка задач практических занятий и выполнение расчетов по лабораторным занятиям В-полнение КР.	8
2	5	РАЗДЕЛ 2 Двигатели внутреннего сгорания (ДВС)	Проработка задач практических занятий , выполнение расчетов по лабораторным занятиям Выполнение КР	8
3	5	РАЗДЕЛ 3 Вентиляторы	Подготовка к курсовой работе. Изучение лекционного материала , проработка задач практических занятий и выполнение расчетов по лабораторным занятиям. Выполнение КР	8
4	5	РАЗДЕЛ 4 Насосы	Выполнение курсовой работы. Изучение лекционного материала , проработка задач практических занятий и выполнение расчетов по лабораторным занятиям. Выполнение КР.	8
5	5	РАЗДЕЛ 5 Газотурбинные установки (ГТУ)	Выполнение расчетов по лабораторным занятиям с использованием лекционного материала , проработка задач практических занятий. Выполнение КР	8
6	5	РАЗДЕЛ 6 Паровые турбины	Проработка задач практических занятий , изучение лекционного материала и выполнение расчетов по лабораторным занятиям. Выполнение КР	9
ВСЕГО:				49

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Насосы, вентиляторы, компрессоры	Дячек П.И.	Москва. АВС, 2011	Все разделы
2	Двигатели внутреннего сгорания Книга 1. Теория рабочих процессов	Под. редакцией: Валентин Луканин, Михаил Шатров	Москва: Высшая школа, 2010	Все разделы
3	Двигатели внутреннего сгорания Книга 2. Динамика и конструирование	Под. редакцией : 2005 Валентин Луканин, Михаил Шатров	Москва: Высшая школа, 2010	Все разделы
4	Теория двигателей внутреннего сгорания	Дьяченко В.Г.	ХНАДУ, 2009	Все разделы
5	Высокотемпературные газовые турбины	Редактор: М.Я. Иванов	М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010	Все разделы
6	Тепловые двигатели	Буров А.Л.	М.: изд. МГИУ, 2008	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
7	Двигатели внутреннего сгорания. В 3 книгах. Книга 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС	Под. Редакцией: Валентин Луканин, Михаил Шатров	Москва: Высшая школа, 2005	Все разделы
8	Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций	под ред. С.В. Цанева.	М.: Издательский дом МЭИ, 2009	Все разделы
9	Паровые и газовые турбины. Сборник задач	Б. М. Трояновский, Г. С. Самойлович, В. В. Нитусов, А. И. Занин	Москва: Энергоатомиздат, 0	Все разделы

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.
3. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.
4. <http://www.twirpx.com/> - электронная библиотека.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

При проведении учебных занятий по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» используются возможности программного пакета Microsoft Office.

#### **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Основная лекционная аудитория, а также помещения лаборатории оборудованы мультимедийными комплексами. В составе учебных лабораторий кафедры «ТЖТ» имеются стенды для проведения лабораторных работ по отдельным разделам дисциплины «Компрессорные машины»: «Д.В.С.», «Насосы», «Вентиляторы», «Турбины».

#### **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рекомендуется иметь конспект лекций. С помощью основной и дополнительной литературы получить достаточный объем знаний, необходимый для расчета тепловых двигателей в теплоэнергетических установках и системах. Для подготовки к практическим занятиям следует воспользоваться конспектом лекций по дисциплине, а также информацией из рекомендованных литературных источников, уделив особое внимание физическим основам рассматриваемой дисциплины.

Дополнительные сведения можно получить с использованием интернет-ресурсов.