

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.ДВ.01.02</b> <small>(индекс дисциплины)</small>	<b>Компрессоры и системы воздухообеспечения в промышленной теплоэнергетике</b> <small>(Наименование дисциплины)</small>
--	--

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей  
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования : Бакалавриат

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>144</b>		<b>144</b>
	Аудиторные занятия	<b>54</b>		<b>16</b>
	Лекции	18		6
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	36		10
	Самостоятельная работа	90		124
	Промежуточная аттестация			<b>4</b>
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	5		9
	Контрольная работа			9
	Курсовой проект(работа)			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>4</b>		<b>4</b>

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная					<b>4</b>					
Очно-заочная										
Заочная									<b>4</b>	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № b130301-3\_20  
z130301-3\_20

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Заведующий кафедрой: Злобин В.Г.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей (ТСУ и ТД)  
Промышленной теплоэнергетики (ПТЭ)

Заведующий кафедрой: ТСУ и ТД Злобин В.Г.  
ПТЭ Смородин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области конструктивных особенностей, принципов работы, современного состояния и перспектив развития компрессорного оборудования, в оценке и анализе физических процессов, протекающих в компрессорах, расчета основных характеристик основного и вспомогательного оборудования компрессорных станций, в выборе экономичных режимов работы, в обеспечении правильной эксплуатации компрессорного оборудования.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Изучить конструктивные особенности и принципы работы компрессоров.
- Провести оценку и анализ физических процессов, протекающих в компрессорах.
- Рассмотреть современное состояние и перспективы развития компрессорного оборудования.
- Продемонстрировать организацию правильной эксплуатации компрессорной станции.
- Установить возможности выбора экономичных режимов работы.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новые знания и умения.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-10	Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	3

### Планируемые результаты обучения

Знать:

- 1) конструктивные особенности и принципы работы компрессоров.

Уметь:

- 1) проводить оценку и анализ физических процессов, протекающих в компрессорах;
- 2) анализировать современное состояние и перспективы развития компрессорного оборудования;
- 3) организовать правильную эксплуатацию компрессорной станции.

Владеть:

- 1) умением выбора экономичных режимов работы.

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-10)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Классификация и теория компрессорных машин</b>			
Тема 1.Классификация компрессорных машин Классификация компрессорных машин. Основные параметры компрессорных машин. Основные типы компрессорных машин.	16		18
Тема 2.Теория компрессорных машин Термодинамика процесса сжатия. Уравнение сохранения энергии процесса сжатия. КПД и мощность компрессора. Охлаждение газа в компрессоре. Многоступенчатое сжатие.	18		18

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Текущий контроль 1.</b> (опрос)	2		
<b>Учебный модуль 2. Объемные и динамические компрессоры</b>			
Тема 3.Объемные компрессоры Поршневые компрессоры: процессы сжатия и расширения газа; конструкции; индикаторная диаграмма; многоступенчатые компрессоры; подача; мощность; допустимая степень сжатия; регулирование.Роторные компрессоры. Винтовые компрессоры.	16		16
Тема 4. Динамические лопастные компрессоры (турбокомпрессоры) Характеристики лопастных компрессоров. Пересчет характеристик лопастных компрессоров. Регулирование лопастных компрессоров. Центробежные компрессоры. Осевые компрессоры.	18		16
<b>Текущий контроль 2.</b> (опрос)	2		
<b>Учебный модуль 3. Сжатый воздух</b>			
Тема 5. Сжатый воздух в промышленности Атмосферный воздух: состав и состояние; диапазоны давлений; единицы измерения. Применение сжатого воздуха: свойства сжатого воздуха; области использования сжатого воздуха. Требования к качеству сжатого воздуха: стандартные условия; классы чистоты сжатого воздуха.	16		16
Тема 6. Очистка сжатого воздуха Очистка всасываемого атмосферного воздуха: воздухоприемники; пылеуловители; гравитационные камеры; фильтр-камеры; инерционные уловители; сравнение воздухоочистительных устройств. Охлаждение нагнетаемого воздуха: теплообменники компрессорных установок; компоновка систем охлаждения с компрессорными установками. Очистка нагнетаемого воздуха: масловодоотделители; фильтры. Осушка нагнетаемого воздуха.	18		16
<b>Текущий контроль 3.</b> (опрос)	2		
<b>Учебный модуль 4. Системы воздухообеспечения и компрессорная станция</b>			
Тема 7. Системы воздухообеспечения промышленных предприятий Состав системы воздухообеспечения и компрессорных станций. Оборудование компрессорных станций. Основные типы потребителей сжатого воздуха. Приближенный расчет расхода воздуха у потребителей. Расчет воздухопроводной сети.	14		14
Тема 8. Режимы воздухопотребления Определение нагрузок на компрессорную станцию. Выбор типоразмера и количества компрессоров. Расчет компрессорной станции.	16		16
<b>Текущий контроль 4.</b> (опрос)	2		
<b>Контрольная работа</b>			10
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		<b>144</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	5	2			9	0,5
2	5	2			9	0,5
3	5	2			9	1
4	5	2			9	1
5	5	2			9	0,5
6	5	2			9	0,5
7	5	4			9	1
8	5	2			9	1
<b>ВСЕГО:</b>		<b>18</b>				<b>6</b>

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Выбор числа компрессоров	5	8			9	2
2	Расчет фактической мощности компрессора	5	8			9	2
3	Выбор дополнительного оборудования	5	8			9	2
4	Расчет системы охлаждения компрессоров	5	6			9	2
5	Технико-экономические показатели компрессорной станции	5	6			9	2
<b>ВСЕГО:</b>			<b>36</b>				<b>10</b>

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2, 3, 4	Опрос	5	4				
	Контрольная работа					9	1

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	5	46			9	50
Подготовка к практическим занятиям	5	40			9	64
Выполнение контрольной работы					9	10
Подготовка к зачету	5	4			9	4
<b>ВСЕГО:</b>			<b>90</b>			<b>128</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон.текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22626>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Горячев С.В. Система воздухообеспечения промышленного предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горячев С.В., Сологуб И.В.— Электрон.текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 99 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33656>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Дерюшев Л.Г. Воздуховодные установки и станции [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюшев Л.Г.— Электрон.текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 163 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39649>.— ЭБС «IPRbooks».

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Теоретические основы рекуперации тепловых потерь в мобильной компрессорной установке с применением холодильных циклов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Л. Юша [и др.].— Электрон.текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2015.— 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/581029>.— ЭБС «IPRbooks».

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ: [publish@mpei.ru](mailto:publish@mpei.ru), [publishers.ru](http://publishers.ru).
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД: [http://nizrp.narod.ru/ebmu\\_m.htm](http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm).
3. Электронная библиотека СПбГУПТД: <http://www.iprbookshop.ru>.

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. MicrosoftWindows 8
2. MicrosoftOfficeProfessional 2013, 2015.

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория.
2. Компьютерный класс.

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Наборы слайдов на электронном носителе.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе, если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение задач по заданным алгоритмам, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.
Самостоятельная работа	Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на практических занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации. Решение практических задач; проработка конкретных ситуаций; использование интернет-ресурса. При подготовке к зачету необходимо проработать, рекомендуемую

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы по зачету, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-10 (3)	1. Излагает современное состояние и перспективы развития нагнетателей. 2. Демонстрирует определение возможности выбора экономических режимов работы. 3. Использует навыки анализа физических процессов, протекающих в нагнетателях.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (41 вопрос) 2. Практические типовые задания (6 задач)

#### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

##### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных этапов инвестиционного процесса, нормативных требований при проектировании объектов систем энергоснабжения, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной учебной и нормативной литературой, программными средствами, используемыми при проектировании, проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные этапы инвестиционного процесса, нормативные требования при проектировании объектов систем энергоснабжения; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.

### 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

#### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1.	Классификация компрессорных машин.	1
2.	Основные параметры компрессорных машин.	1
3.	Основные типы компрессорных машин	1
4.	Термодинамика процесса сжатия. Процессы сжатия.	2
5.	Термодинамика процесса сжатия. Работа сжатия.	2
6.	Уравнение сохранения энергии процесса сжатия.	2
7.	КПД и мощность компрессора.	2
8.	Охлаждение газа в компрессоре	2
9.	Многоступенчатое сжатие.	3
10.	Процессы сжатия и расширения газа в поршневом компрессоре.	3
11.	Компрессоры со ступенями сжатия в отдельных цилиндрах.	3
12.	Компрессоры с несколькими ступенями сжатия в одном цилиндре.	3
13.	Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.	3
14.	Двухступенчатый поршневой компрессор с дифференциальным поршнем двустороннего действия.	3
15.	Двухступенчатый поршневой компрессор с дифференциальным поршнем одностороннего действия.	3
16.	Многоступенчатые компрессоры с дифференциальным поршнем.	3
17.	Подача поршневого компрессора.	3
18.	Допустимая степень сжатия.	3
19.	Регулирование поршневых компрессоров.	3
20.	Роторные компрессоры.	3
21.	Винтовые компрессоры.	3
22.	Характеристики лопастных компрессоров.	4
23.	Пересчет характеристик лопастных компрессоров.	4
24.	Регулирование лопастных компрессоров.	4
25.	Центробежные компрессоры.	4
26.	Осевые компрессоры.	4
27.	Атмосферный воздух.	5
28.	Применение сжатого воздуха.	5
29.	Требования к качеству сжатого воздуха.	5
30.	Очистка всасываемого атмосферного воздуха.	6
31.	Охлаждение нагнетаемого воздуха.	6
32.	Очистка нагнетаемого воздуха.	6
33.	Осушка нагнетаемого воздуха.	6
34.	Состав системы воздухообеспечения и компрессорных станций.	7
35.	Оборудование компрессорных станций.	7
36.	Основные типы потребителей сжатого воздуха.	7
37.	Приближенный расчет расхода воздуха у потребителей.	7
38.	Расчет воздухопроводной сети	7
39.	Определение нагрузок на компрессорную станцию.	8
40.	Выбор типоразмера и количества компрессоров.	8
41.	Расчет компрессорной станции.	8

**10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Условия типовых заданий (задач)	Ответ
1	Рассчитать степень повышения давления $\varepsilon$ в компрессоре при развиваемом давлении $p=0,8$ МПа. Атмосферное давление принять равным 01, МПа.	Решение:          Ответ: 9
2	Рассчитать массовую	Решение: $M=Q \cdot \rho / m = 8 \cdot 1,225 / 5 = 1,96 \text{ кг/с}$

	производительность одного компрессора, работающего на сжатие воздуха, при известной общей объемной производительности $Q=8 \text{ м}^3/\text{спри}$ количестве работающих компрессоров $m=5$ . Плотность воздуха принять равной $\rho=1,225 \text{ кг}/\text{м}^3$ .	Ответ: 1,96 кг/с
3	Определить мощность компрессора $N$ при известных массовой производительности $M=5 \text{ кг}/\text{с}$ и удельной работе изотермического сжатия $L=30 \text{ кДж}/\text{кг}$ .  Изотермический и механический КПД принять равными 0,8 и 0,9 соответственно.	Решение: $N = (M \cdot L) / (\eta_{из} \cdot \eta_{м}) = 5(30000 / 0,8 \cdot 0,9 = 208333 \text{ Вт} \approx 208 \text{ кВт}$ Ответ: 208 кВт

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

#### 10.3.3. Особенности проведения зачета

- Время на подготовку ответа на зачете 30 минут.