

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.02 <small>(индекс дисциплины)</small>	Компрессоры и системы воздухообеспечения в промышленной теплоэнергетике <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: **Прикладной 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	144		
	Аудиторные занятия	54		
	Лекции	18		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	36		
	Самостоятельная работа	90		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	5		
	Контрольная работа			
	Курсовой проект(работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

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

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 № бр130301-3_20

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Заведующий кафедрой: Злобин В.Г.

СОГЛАСОВАНИЕ:

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

Заведующий кафедрой: ТСУ и ТД Злобин В.Г.

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
ОПК-2	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность 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.	3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные законы рабочих процессов в тепловых двигателях; 2) методы анализа эффективности тепловых двигателей. Уметь: 1) использовать методы математического анализа для оценки эффективности паровых и газовых турбин; 2) оценивать показатели качества смазывающих масел экспериментальным путем. Владеть: 1) методологией проведения экспериментальных исследований.		
ПК- 2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) конструктивное оформление тепловых двигателей; 2) алгоритмы расчета паровых и газовых турбин и основы проектирования отдельных узлов и деталей, перспективы развития указанных тепловых двигателей. Уметь: 1) выполнять расчеты основных характеристик машин, их геометрических размеров; 2) производить осмотры и ремонт тепловых двигателей.		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
Владеть:		
1) проблематикой совершенствования тепловых двигателей.		

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

- Математика, физика, химия, инженерная графика, механика, техническая термодинамика, тепломассообмен, компьютерная графика (ОПК-2)
- Гидрогазодинамика теплоэнергетических систем (ПК-2)
- Информатика в задачах теплоэнергетики и теплотехнологии (ПК-2)
- Экология в промышленной теплоэнергетике (ОПК-2)
- Электроснабжение и электрооборудование теплоэнергетических предприятий (ОПК-2, ПК-2)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Классификация и теория компрессорных машин			
Тема 1.Классификация компрессорных машин Классификация компрессорных машин. Основные параметры компрессорных машин. Основные типы компрессорных машин.	16		
Тема 2.Теория компрессорных машин Термодинамика процесса сжатия. Уравнение сохранения энергии процесса сжатия. КПД и мощность компрессора. Охлаждение газа в компрессоре. Многоступенчатое сжатие.	18		
Текущий контроль 1.(опрос)	2		
Учебный модуль 2. Объемные и динамические компрессоры			
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		
Тема 4. Динамические лопастные компрессоры (турбокомпрессоры) Характеристики лопастных компрессоров. Пересчет характеристик лопастных компрессоров. Регулирование лопастных компрессоров. Центробежные компрессоры. Осевые компрессоры.	18		
Текущий контроль 2.(опрос)	2		
Учебный модуль 3. Сжатый воздух			
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		
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		
Текущий контроль 3.(опрос)	2		
Учебный модуль 4. Системы воздухообеспечения и компрессорная станция			
Тема 7. Системы воздухообеспечения промышленных предприятий Состав системы воздухообеспечения и компрессорных станций. Оборудование компрессорных станций. Основные типы потребителей сжатого воздуха.	14		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Приближенный расчет расхода воздуха у потребителей. Расчет воздухопроводной сети.			
Тема 8. Режимы воздухопотребления Определение нагрузок на компрессорную станцию. Выбор типоразмера и количества компрессоров. Расчет компрессорной станции.	16		
Текущий контроль 4.(опрос)	2		
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		
ВСЕГО:	144		

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				
2	5	2				
3	5	2				
4	5	2				
5	5	4				
6	5	2				
7	5	2				
8	5	2				
		18				

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	6				
2	Расчет фактической мощности компрессора	5	10				
3	Выбор дополнительного оборудования	5	5				
4	Расчет системы охлаждения компрессоров	5	10				
5	Технико-экономические показатели компрессорной станции	5	5				
			36				

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				

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				
Подготовка к практическим занятиям	5	40				
Подготовка к зачету	5	4				
ВСЕГО:		90				

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 воздухооборудования 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. Воздуходувные 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, [publish@mpei-publishers.ru](http://publish.mpei-publishers.ru).
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД: 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. Microsoft Windows 8
2. Microsoft Office Professional 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 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 формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-2 (3)	1. Излагает основные законы рабочих процессов в тепловых двигателях и имеет представление о методах анализа эффективности тепловых двигателей. 2. Демонстрирует использование методов математического анализа для оценки эффективности паровых и газовых турбин, показывает процесс оценки качества смазывающих масел экспериментальным путем. 3. Использует знания теории паровых и газовых турбин для решения практических задач и проведения экспериментальных исследований.	1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к зачету и экзамену (60 вопросов) 2. Перечень практических типовых заданий (30 задач) 3. Перечень тем курсовых работ (68 вариантов)
ПК-2 (2)	1. Обладает знаниями алгоритмов расчета паровых и газовых турбин, по основам проектирования отдельных узлов и деталей, конструктивного оформления	1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание	1. Перечень вопросов к зачету и экзамену (60 вопросов)

Код компетенции (этап формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	<p>тепловых двигателей.</p> <p>2. Демонстрирует расчеты основных характеристик машин, их геометрических размеров, способен производить осмотры и ремонт тепловых двигателей.</p> <p>3. Принимает взвешенные решения по проблематике совершенствования тепловых двигателей.</p>	3. Курсовая работа	<p>2. Перечень практических заданий типовых заданий (30 задач)</p> <p>3. Перечень тем курсовых работ (68 вариантов)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериоеценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	<p>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.</p> <p>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.</p>
Не зачтено	<p>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.</p> <p>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.</p>

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 ϵ в компрессоре при развиваемом давлении $p=0,8$ МПа. Атмосферное давление принять равным $0,1$ МПа.	Решение: Ответ: 9
2	Рассчитать массовую производительность одного компрессора, работающего на сжатие воздуха, при известной общей объемной производительности $Q=8$ м ³ /с при количестве работающих компрессоров $n=5$. Плотность воздуха принять равной $\rho=1,225$ кг/м ³ .	Решение: $M=Q \cdot \rho / n = 8 \cdot 1,225 / 5 = 1,96$ кг/с Ответ: 1,96 кг/с

3	<p>Определить мощность компрессора N при известных производительности M=5 кг/с и удельной работе изотермического сжатия L=30 кДж/кг.</p> <p>Изотермический и механический КПД принять равными 0,8 и 0,9 соответственно.</p>	<p>Решение:</p> $N = (M \cdot L) / (\eta_{из} \cdot \eta_{м}) = 5(30000 / 0,8 \cdot 0,9) = 208333 \text{ Вт} \approx 208 \text{ кВт}$ <p>Ответ: 208 кВт</p>
---	---	---

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.