

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Энергетика и технология металлов»

УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
/ Т.Р. Змызгова /

«31» августа 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

**Технологические энергоносители предприятий**  
(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность:  
**Энергообеспечение предприятий**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2021

Рабочая программа дисциплины «Технологические энергоносители предприятий» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Теплоэнергетика и теплотехника (Энергообеспечение предприятий), утвержденными:

- для заочной формы обучения « 30 » августа 2021года
- для очной формы обучения « 30 » августа 2021года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Энергетика и технология металлов» «30» августа 2021года, протокол № 1

Рабочую программу составил  
Ст. преподаватель



В.В. Захаров

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Энергетика и технология металлов»



В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической  
работе учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник управления образовательной  
деятельности



С.Н. Синецын

# 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 8 зачетных единицы трудоемкости (288 академических часа)

## Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	
		6	7
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>80</b>	48	32
<b>в том числе:</b>			
Лекции			
Лабораторные работы	32	32	-
Практические работы	8	8	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>40</b>	8	32
<b>в том числе:</b>			
Подготовка курсовой работы	36	-	36
Подготовка к зачету	18	18	-
Подготовка к экзамену	27		27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем, разделов дисциплины)	127	78	49
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	Зачет, Экзамен	зачет	Экзамен
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>288</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

## Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	
		8	9
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>14</b>	12	2
<b>в том числе:</b>			
Лекции			
Лабораторные работы	4	4	-
Практические занятия	4	4	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>6</b>	4	2
<b>в том числе:</b>			
Подготовка контрольной работы	-	-	-
Подготовка курсовой работы	36	-	36
Подготовка к зачёту	18	18	-
Подготовка к экзамену	27	-	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	193	186	7
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	Зачёт, Экзамен	Зачёт	Экзамен
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>288</b>	<b>216</b>	<b>72</b>



## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Технологические энергоносители предприятия» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Б1.В.13.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Математика
- Физика
- Химия
- Потребители теплоты
- Источники производства теплоты
- Котельные установки и парогенераторы.

Результаты обучения по дисциплине «Технологические энергоносители предприятия» необходимы для изучения следующих дисциплин: «Надёжность в энергетике», «Случайные процессы в энергетике», «Электрические машины и аппараты», «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов», «Основы автоматизированных систем управления технологическими процессами», а также для выполнения разделов выпускной квалификационной работы и дальнейшей производственной деятельности.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью изучения дисциплины является формирование знаний о системах производства и распределения энергоносителей на предприятиях, ознакомление с методами и способами регулирования потребления и производства энергоносителей, схем, конструкций и режимов работы внутризаводских систем транспортировки и распределения энергоносителей.

Задачами изучения дисциплины является:

- изучение характеристик промышленных технологических и энергетических потребителей, изучение требований к параметрам и качеству используемых теплоносителей;
- ознакомление с видами, технологическими системами, составом основного и вспомогательного оборудования, характерными режимами работы и технико-экономическими показателями промышленных энергетических станций, осуществляющих централизованную генерацию и трансформацию используемых на предприятии энергоносителей;
- ознакомление с методами и способами регулирования и балансирования потребления и производства энергоносителей;
- изучение схем, конструкций и режимов работы внутризаводских систем транспортировки и распределения энергоносителей;



- ознакомление с направлениями и методиками использования внутренних энергетических ресурсов предприятия для покрытия его потребностей в энергоносителях;

- применение полученных знаний, навыков и умений в последующей профессиональной деятельности.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-5);

- способность к обслуживанию технологического оборудования (ПК-8).

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- масштабы производства и потребления энергоносителей (для ПК-8);

- основы формирования и принципы построения современных систем производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях (для ПК-5).

*уметь:*

- определять потребности предприятия в энергоносителях для технологических и энергетических потребителей (для ПК-8);

- делать выбор рациональных видов энергетических станций для централизованной генерации и трансформации энергоносителей, состава их оборудования и режимов его работы (для ПК-5);

- выполнять расчёты технологических схем энергетических станций, оборудования и трубопроводов с использованием современных математических методов. (для ПК-5);

- определять потребность в энергетических, материальных и людских ресурсах в системах энергоснабжения предприятий и выработке путей сокращения этих затрат (для ПК-8).

*владеть:*

- способностью и готовностью использовать информационные технологии в предметной области (для ПК-5);

- способами осуществления надёжной и экономичной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования в системах производства и распределения энергоносителей (для ПК-8).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем					
			Лекции		Практич. занятия		Лабораторные работы	
			очн	заоч	Очн бсем.	Заоч 8сем	Очн бсем	Заоч 8сем
Рубеж 1	1	Введение.	2	-	-	-	-	-
	2	Системы воздухообеспечения предприятий	6	1	2	2	4	2
		Рубежный контроль № 1	-	-	2	-	-	-
Рубеж 2	3	Системы водоснабжения предприятий	8	1	2	2	4 7сем	2
		Рубежный контроль № 2	-	-	2	-	-	-
Рубеж 3	4	Системы холодоснабжения предприятий	8	1	7сем 14	9сем	-	-
		Рубежный контроль № 3	-	-	2	-	-	-
Рубеж 4	5	Системы газоснабжения предприятий	8	1	14	9сем 2	-	-
		Рубежный контроль № 4	-	-	2	-	-	-
<b>Всего:</b>			<b>32</b>	<b>4</b>	<b>40</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### *Тема 1. Введение.*

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях: системы снабжения воздухом, системы технического водоснабжения, системы газоснабжения, системы холодоснабжения, системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Масштабы производства и потребления энергоносителей.

#### *Тема 2. Системы воздухообеспечения предприятий*

Общая характеристика систем воздухообеспечения. Нагрузки на воздушную компрессорную станцию. Классификация потребителей сжатого воздуха. Оборудование систем производства сжатого воздуха промышленных предприятий. Расчёт и выбор оборудования систем производства сжатого воздуха. Выбор типа и количества компрессоров. Принципиальная схема воздушной компрессорной станции. Расчёт технологических схем компрессорной станции. Системы распределения сжатого воздуха. Общие сведения.



Воздухораспределительные сети. Прокладка и расчёт воздухораспределительных сетей.

### ***Тема 3. Системы водоснабжения предприятий***

Системы холодоснабжения. Потребители искусственного холода. Методика определения потребности в холоде. Способы производства искусственного холода. Технологические схемы холодильных станций.

### ***Тема 4. Системы холодоснабжения предприятий***

Система водоснабжения и её основные элементы. Классификация систем водоснабжения. Элементы систем производственного водоснабжения. Методика определения потребностей в воде. Особенности систем водоснабжения промышленных предприятий. Прямоточные и оборотные системы водоснабжения.

### ***Тема 4. Системы газоснабжения предприятий***

Система газоснабжения и её основные элементы. Классификация систем газоснабжения. Элементы систем производственного газоснабжения. Методика определения потребностей в газообразных энергоносителях. Особенности систем газоснабжения промышленных предприятий и электро и теплогенерирующих станций.

## **4.3. Практические занятия**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.	
			Форма обуч.	
			Очн. бсем	Заочн. 8сем
2	Системы воздухоснабжения предприятий	Расчёт и выбор оборудования воздушных компрессорных станций	2	2
Рубежный контроль №1			2	-
3	Системы водоснабжения предприятий	Расчёт систем технического водоснабжения предприятий	2	2
Рубежный контроль №2			2	-
4	Системы холодоснабжения предприятий	Расчёт систем холодоснабжения предприятий	7сем 14	9сем -
Рубежный контроль №3			2	-
5	Системы газоснабжения предприятий	Расчёт систем газоснабжения предприятий	14	9сем 2
Рубежный контроль №4			2	-
<b>Всего:</b>			<b>40</b>	<b>6</b>

#### 4.4. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
			форма обучения	
			Очная бсем.	Заочная 8сем.
2	Системы воздухообеспечения предприятий	Исследование работы компрессора	4	2
3	Системы водоснабжения предприятий	Исследование работы центробежного насоса	4	2
<b>Всего:</b>			<b>8</b>	<b>4</b>

#### 4.5. Курсовая работа

*7 семестр (очная форма обучения)*

*9 семестр (заочная форма обучения)*

Курсовая работа посвящён расчёту компрессорной станции для промышленного предприятия.

Курсовая работа проводится с целью систематизации, закрепления, расширения и контроля теоретических и практических знаний по дисциплине «Технологические энергоносители предприятия».

Задачи курсовой работы заключаются в приобретении умений самостоятельно рассчитывать потребность в энергоносителе по исходным данным, выбирать основное и вспомогательное оборудование, составлять и рассчитывать принципиальную схему энергетической станции для выработки энергоносителя, выполнять тепловые, гидравлические и конструктивные расчёты аппаратов и коммуникаций.

В ходе проектирования студент должен проявить свои профессиональные знания и творческие способности для обоснования разработки темы задания и уметь в сжатой и наглядной форме доказать преимущества принятых им решений.

#### *Задание на курсовую работу*

Для предприятия, имеющего потребителей сжатого воздуха, определить нагрузку на компрессорную станцию (КС), рассчитать и выбрать основное и вспомогательное оборудование.

Вариант задания для курсового проекта выбирается по таблицам 1 и 2. Проектирование КС ведётся при следующих исходных данных.



1. Потребители сжатого воздуха (номер, количество) выбираются по таблице 1. Из таблицы «Характеристики потребителей сжатого воздуха» выписываются характеристики потребителей, которые сводятся в таблицу 3.

Таблица 1

№ потребителя	Варианты и количество потребителей									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	последняя цифра шифра студента									
1	-	-	-	10	-	-	5	8	6	4
2	14	12	-	-	10	-	4	-	3	-
3	-	8-	10	-	-	8	-	2	-	2
4	10	-	8	-	7	5	-	4	-	2
5	-	10	-	9	-	8	7	6	5	4
6	7	4	3	2	2	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	5	-	4	-	3	2
8	6	5	4	3	-	2	-	-	-	-
	предпоследняя цифра шифра студента									
9	2	-	4	-	6	-	8	-	9	-
10	-	4	-	5	-	6	-	7	-	8
11	10	-	9	-	8	-	7	-	-	-
12	-	9	-	8	-	7	-	6	-	4
13	8	-	9	-	10	-	-	-	12	-
14	-	17	-	16	-	15	-	14	-	13
15	18	-	17	-	-	-	15	-	14	-
16	-	7	-	8	-	10	-	11	-	12
17	6	-	-	-	4	-	3	-	2	-
18	-	7	-	6	-	5	-	4	-	3
19	-	-	9	-	10	-	11	-	12	-
20	-	4	-	8	-	6	-	4	-	2
21	2	-	4	-	6	-	8	-	10	-

### Характеристики потребителей сжатого воздуха

№ потребит.	Наименование	Тип	Средний расход воздуха $q_{ср}$ $нм^3/мин$	Коэффициент использования $k_{и}$
1	Ковачные или штамповочные молоты	0,5 т	10	0,65 – 0,75
2		0,75 т	13,0	0,6 – 0,7
3		1,0 т	16,5	0,6 – 0,7
4		1,5 т	20,0	0,6 – 0,7
5		2,0 т	24,0	0,6 – 0,7
6		3,0 т	30,0	0,6 – 0,7
7		5,0 т	40,0	0,5 – 0,65
8		10,0 т	55,0	0,4 – 0,5
9	Молотки	Клепальные	1,0 – 1,5	0,3 – 0,45
10		Отбойные	1,2 – 1,5	0,3 – 0,5
11		Бурильные	2,0 – 4,0	0,3 – 0,4
12	Сверлильные машины	0,15 – 2,0 кВт	0,3 – 0,5	0,3 – 0,6
13	Шлифовальные машины	0,15 – 1,1 кВт	0,5 – 2,0	0,4 – 0,8
14	Машины для резки металла (пилы, ножницы)	0,2 – 1,3 кВт	0,5 – 2,0	0,4 – 0,8
15	Винтозавертывающие машины	0,15 – 1,0 кВт	0,4 – 3,0	0,3 – 0,6
16	Вибраторы	-	1,0 – 3,0	0,3 – 0,4
17	Трамбовки	Для грунта	1,2	0,2 – 0,4
18		Для бетона	0,6	0,2 – 0,4
19	Пистолеты, краскораспылители	-	0,1 – 0,8	0,5 – 0,8
20	Форсунки мазутные	-	0,3 – 1,0	0,6 – 0,9
21	Пескоструйные аппараты	0,5 МПа	1,0 – 4,0	0,4 – 0,8

2. Номер суточного графика безразмерного расхода сжатого воздуха (рисунок 1) и город, для которого проектируется КС, выбираются по таблице 2.

Таблица 2

Параметры	Варианты и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	последняя цифра шифра студента									
№ графика	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
город	Волгоград	Тверь	Самара	Санкт-Петербург	Москва	Ростов-на Дону	Орск	Вологда	Рязань	Курган



Таблица 3

№ потребителя	Наименование, тип	Количество однотипных потребителей, n
1		
2		
3		
...		

Для всех вариантов одинаковыми являются следующие условия:

- давление сжатого воздуха у потребителей составляет 0,5 – 0,7 МПа;
- тип компрессоров – воздушные, двухступенчатые поршневые крейцкопфные с оппозитным расположением цилиндров;
- система обратного водоснабжения КС выполнена по схеме с разрывом струи, параллельной подачей воды в «рубашки охлаждения» первой и второй ступени компрессора, а также в промежуточный и концевой охладители;
- нагрев охлаждающей воды в оборудовании КС -  $\Delta t_b = 5^\circ$ .

Рассмотреть и проанализировать не менее двух вариантов по марке и количеству выбранных компрессоров для выполнения заданного графика расхода и выбрать наилучший, указать способы регулирования КС в течение суток.

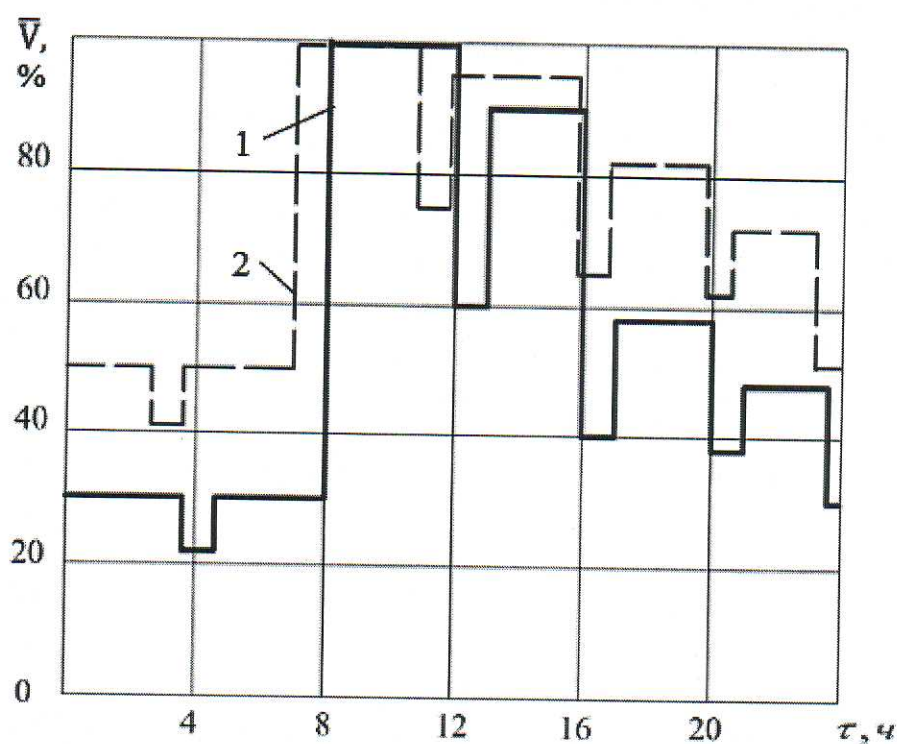


Рисунок 1 – Суточный график безразмерного расхода сжатого воздуха



### ***Требования к пояснительной записке:***

Материал, включаемый в пояснительную записку, должен быть конкретным, кратким и систематизированным. Не следует приводить материал обзорного характера, справочные данные из литературных источников должны даваться в минимально необходимом объёме. Общеизвестные методики расчёта и определения величин излагать не следует, достаточно на них сослаться в тексте.

Пояснительная записка должна включать титульный лист, задание для курсового проекта, содержание, введение, основную часть, выводы, библиографический список, приложения (при необходимости).

В содержании перечисляются заголовки всех разделов и подразделов, имеющих в пояснительной записке, с указанием номеров страниц.

Во введении необходимо охарактеризовать сжатый воздух как технологический энергоноситель, КС – как энергетическую станцию для его выработки. Введение должно завершаться формулировкой цели курсовой работы.

Основная часть пояснительной записки включает следующие разделы: составление функциональной схемы КС, расчёт расхода сжатого воздуха, выбор компрессоров для КС, проверка мощности приводного электродвигателя компрессоров, расчёт рабочих процессов в компрессорной установке (КУ), определение расхода охлаждающей воды для КС, расчёт и выбор вентиляторов градирен и насосов для системы оборотного водоснабжения, выбор концевого охладителя для КУ, выбор фильтра для очистки всасываемого воздуха КУ от пыли, выбор воздухоборника, определение диаметров основных воздухопроводов КС, определение расхода смазочного масла, расчёт расхода электроэнергии, разработка принципиальной схемы КС, компоновка оборудования КС.

В выводах кратко по пунктам приводятся результаты проектирования КС.

Текст пояснительной записки делится на разделы и подразделы. Каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Разделы и подразделы должны иметь краткие, содержательные заголовки.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.



Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Практические занятия по дисциплине посвящены решению задач.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку контрольной работы, подготовку курсового проекта, подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам, подготовку к зачёту и экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы Заочная форма обучения

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.					
	Вся дисциплина		Форма обучения			
	очно	заочно	очная		заочная	
			семестр			
		6	7	7	8	
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>153</b>	<b>229</b>	<b>64</b>	<b>17</b>	<b>178</b>	<b>5</b>
Введение	6	2	6	-	2	-
Системы воздухообеспечения предприятий	18	42	14	4	41	1
Системы холодообеспечения предприятий	18	30	14	4	30	-
Системы водоснабжения предприятий	19	30	15	4	30	-
Системы газоснабжения предприятий	20	30	15	5	30	-
<b>Подготовка к лабораторным работам</b> (по 2 часа на каждое занятие)	4	-	4	-	-	-
<b>Подготовка к практическим занятиям</b> (по 2 часа на каждое занятие)	34	6	6	28	4	2
<b>Подготовка к рубежному контролю</b> (по 2 часа на каждое занятие)	8	-	4	4	-	-
<b>Выполнение контрольной работы</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Выполнение курсового проекта</b>	36	36	-	36	-	36
<b>Подготовка к зачёту</b>	18	18	18	-	18	-
<b>Подготовка к экзамену</b>	27	27	-	27	-	27
<b>Всего:</b>	<b>208</b>	<b>274</b>	<b>96</b>	<b>112</b>	<b>204</b>	<b>70</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения).
2. Банк задач для практических занятий.
3. Отчёты студентов по лабораторным работам.
4. Перечень вопросов к экзамену.
5. Курсовая работа.
6. Перечень вопросов к зачёту.

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание							
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов за 6 семестр							
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение практических работ	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Рубежный контроль №3	Зачет
		Балльная оценка:	До 8	4	До 12	До 19	До 19	-	До 30
		Примечания:	6 лекций по 1 баллу	2 занятия по 26	До 6-ти баллов за 4-х часовую лабораторную работу (2л.р. 4-х часовых)	На 2-й практ. занятии 6 семестр	На 4-й практ. занятии 6 семестр	-	
		Распределение баллов за 7 семестр							
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение практических работ	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Рубежный контроль №3	Экзамен
Балльная оценка:	-	До 28	-	До 21	До 21	-	До 30		



		Примечания:	-	14 практических работ по 2 балла	-	На 8-практик. занятия 7 семестр	На 16-м Практик. занятия 7 семестр	-	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета		60 и менее баллов – незачет; 61...73 – зачет; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично						
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов		<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету, экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные и практические работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов: - 68 для получения «автоматически» оценки «удовлетворительно». - 61 балл для получения «автоматически» зачета</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических и лабораторных работ, за участие в значимых учебных и вне учебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>						
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра		<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету, экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ и практических занятий.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 8 баллов;</li> <li>- выполнение и защита пропущенной практической работы – до 2 баллов.</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>						
Курсовая работа									
Объект оценки:	Качество пояснительн	Качество графическ	Качество доклада	Ритмичность выполнения	Качество защиты	Всего			



	ой записки	ой части				
Балльная оценка:	До 20	До 20	До 20	Коэффициент от 08 до 1,2	До 40	100

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся с использованием перечня вопросов к экзамену и зачету. Студенту задается два вопроса из перечня, на которые даются устные ответы., альтернативным вариантом может быть тестирование в системе Ассистент.

Экзамен проводится в форме устного ответа на вопросы экзаменационного билета.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты заданий для рубежных контролей состоят из 2 вопросов.

На каждое задание при рубежном контроле студенту отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах каждый вопрос 19 баллов (6 семестр), 21балл (7 семестр) результаты рубежного контроля каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. Количество баллов по результатам экзамена соответствует полноте ответа студента на поставленные вопросы и приведено в таблице. Время, отводимое студенту на подготовку к устному ответу, составляет 1 астрономический час. Каждый вопрос билета оценивается в 15 баллов.

Перед проведением экзамена студент должен сдать и защитить курсовую работу, варианты которого приведены в пункте 4.6. Преподаватель проверяет и оценивает правильность выполнения и защиты курсовой работы.

Результаты текущего контроля успеваемости, зачёта и экзамена заносятся преподавателем в зачётную или экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

### 6.4. Примеры оценочных средств для защиты рубежных контролей, экзамена и зачёта

#### Варианты контрольных вопросов для защиты лабораторных работ

##### *Лабораторная работа «Исследование работы компрессора»:*

1. Обратимый (без трения и других диссипативных эффектов) механический процесс всасывания газа в компрессор.
2. Обратимый термодинамический процесс сжатия рабочего тела в компрессоре.
3. Обратимый механический процесс газа в ресивер компрессора.



### *Лабораторная работа «Регулирование производительности поршневых компрессоров»*

1. Для чего необходимо производить регулирование производительности холодильных компрессоров?
2. Какими способами воздействуя на привод поршневого компрессора регулируют его производительность?
3. Какие существуют способы воздействия на коммуникации трубопроводов для регулирования производительности поршневых компрессоров?
4. Какие существуют способы воздействия на клапаны для регулирования производительности компрессоров?

### **Примерный список вопросов для экзамена**

1. Общие сведения о системах производства и распределения сжатого воздуха промышленных предприятий. Масштабы производства и потребления энергоносителей.
2. Требования к системе производства и распределения энергоносителей и её функции.
3. Характеристика функций вспомогательных элементов систем производства и распределения энергоносителей.
4. Целевые функции и показатели эффективности системы производства и распределения энергоносителей.
5. Системы газоснабжения предприятий: общие сведения.
6. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха: общие сведения, роль кислорода в интенсификации технологических процессов и методы получения кислорода и азота.
7. Установки для производства кислорода. Техника безопасности в кислородном хозяйстве.
8. Структура систем воздухоснабжения.
9. Характеристика потребителей сжатого воздуха.
10. Перечислите показатели эффективности системы воздухоснабжения.
11. Определение нагрузок на компрессорную станцию.
12. Укрупнённый метод определения нагрузок на компрессорную станцию.
13. Расчётный метод определения нагрузок на компрессорную станцию.
14. Дайте определение компрессора. Классификация компрессоров по принципу действия, по конструктивной схеме, по отношению давлений, по области применения.
15. Конструкция и характеристики поршневых компрессоров.
16. Конструкция и характеристики центробежных турбокомпрессоров.
17. Технологические схемы компрессорных станций.



18. Технология получения сжатого воздуха на поршневых компрессорных установках.
19. Технология получения сжатого воздуха на турбокомпрессорных установках.
20. Дайте определение компоновки компрессорной станции. Назовите сооружения компрессорной станции.
21. Основные стадии компоновки сооружений компрессорной станции.
22. Основные требования при проектировании компоновки сооружений компрессорной станции.
23. Определение местоположения компрессорной станции.
24. Назначение, виды и устройство трубопроводов компрессорной станции.
25. Всасывающий, нагнетательный и подающий трубопроводы.
26. Сети сжатого воздуха.
27. Материалы трубопроводов, фитинги, промышленная арматура.
28. Цель гидравлического расчёта воздухопроводов.
29. Конструктивный расчёт воздухопроводов.
30. Вспомогательное оборудование компрессорных станций.
31. Загрязнения сжатого воздуха и их воздействие на пневматические приводы и системы.
32. Компоненты загрязнений.
33. Воздействие загрязнений на пневматические приводы и системы потребления сжатого воздуха.
34. Способы очистки сжатого воздуха.
35. Устройства грубой очистки.
36. Классификация и важнейшие показатели воздушных фильтров.
37. Масляные воздушные фильтры.
38. Самоочищающиеся масляные фильтры.
39. Волокнистые воздушные фильтры.
40. Рулонные волокнистые фильтры.
41. Ячейковые волокнистые фильтры ФЭ.
42. Влаго- и маслоотделители.
43. Способы осушки воздуха.
44. Оптимальная точка росы.
45. Что представляет собой установка для осушки воздуха (осушка вымораживанием).
46. Принцип работы установки для осушки воздуха (осушка вымораживанием).
47. Недостатки метода осушки вымораживанием.
48. Адсорбционный метод осушки. Принцип действия установки для осушки воздуха адсорбционным методом.
49. Сосуды для выравнивания пульсаций давления в сети и аккумулирования газа.
50. Системы охлаждения воздуха и характеристика теплообменной аппаратуры.



51. Теплообменники компрессорных установок: виды.
52. Трубчатые газоохладители низкого и среднего давления.
53. Пластинчато-ребристые газоохладители.
54. Газо-водные охладители низкого и среднего давления.
55. Типы газоохладителей высокого давления.
56. Змеевиковые газоохладители.
57. Газоохладители типа «труба в трубе».
58. Газоохладители с рабочим давлением 100 МПа и выше.
59. Подвальная компоновка систем охлаждения с компрессорными установками.
60. Бесподвальная компоновка систем охлаждения с компрессорными установками.

### Примерный список вопросов для зачёта

1. Перечислите основных потребителей искусственного холода.
2. Перечислите физические процессы, используемые для получения низких температур.
3. Фазовые переходы веществ.
4. Адиабатическое расширение газа.
5. Дросселирование (эффект Джоуля-Томсона).
6. Вихревой эффект.
7. Преимущества и недостатки генерации искусственного холода на основе эффекта Пельтье.
8. Магнитокалорический эффект.
9. Объясните, почему адиабатическое расширение газов более выгодно с точки зрения энергосбережения, чем дросселирование?
10. Принцип работы холодильной машины.
11. Требования, предъявляемые к холодильным агентам.
12. Классификация холодильных агентов.
13. Централизованные и индивидуальные системы хладоснабжения.
14. Способы получения холода и классификация холодильных установок.
15. Системы хладоснабжения с компрессионными холодильными установками.
16. Системы хладоснабжения с абсорбционными холодильными установками.
17. Системы хладоснабжения с парозежекторными холодильными установками.
18. Области рационального использования, оценка возможностей утилизации ВЭР для получения холода.
19. Методы определения расчётной потребности в холоде отдельными установками, цехами, предприятиями.
20. Технологические схемы холодильных станций.
21. Необходимость использования воды в условиях производства.



22. Классификация систем водоснабжения.
23. Основные элементы систем водоснабжения.
24. Условия расчёта сооружения систем производственного водоснабжения (СПВ). Максимальный суточный расход, средний часовой расход в судки наибольшего водопотребления, максимальный часовой и соответствующий ему секундный расход воды.
25. Схемы СПВ.
26. Прямоточная схема СПВ.
27. Схема СПВ с повторным использованием воды.
28. Обратная схема СПВ.
29. Использование технической воды в промышленности.
30. Требования к качеству технической воды.
31. Расчётная потребность предприятия в технической воде.
32. Использование хозяйственно-питьевой воды.
33. Основные показатели качества хозяйственно-питьевой воды.
34. Расчётное потребление хозяйственно-питьевой воды на предприятии.
35. Расчётный расход воды на умывание и утоление жажды.
36. Расчётный расход воды на душевые установки.
37. Расчётный расход воды на полив территории предприятия.
38. Расчётный расход воды в столовых предприятия.
39. Расчётный расход воды на пожаротушение.
40. Режимы водопотребления (графики водопотребления)

### **Примерные вопросы к рубежному контролю №1,2**

#### *Рубежный контроль №1*

(6 семестр)

1. Общие сведения о системах производства и распределения сжатого воздуха промышленных предприятий. Масштабы производства и потребления энергоносителей.
2. Требования к системе производства и распределения энергоносителей и её функции.
3. Характеристика функций вспомогательных элементов систем производства и распределения энергоносителей.
4. Целевые функции и показатели эффективности системы производства и распределения энергоносителей.
5. Системы газоснабжения предприятий: общие сведения.
6. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха: общие сведения, роль кислорода в интенсификации технологических процессов и методы получения кислорода и азота.
7. Установки для производства кислорода. Техника безопасности в кислородном хозяйстве.
8. Структура систем воздухоснабжения.
9. Характеристика потребителей сжатого воздуха.



10. Перечислите показатели эффективности системы воздухообеспечения.
11. Определение нагрузок на компрессорную станцию.
12. Укрупнённый метод определения нагрузок на компрессорную станцию.
13. Расчётный метод определения нагрузок на компрессорную станцию.
14. Дайте определение компрессора. Классификация компрессоров по принципу действия, по конструктивной схеме, по отношению давлений, по области применения.
15. Конструкция и характеристики поршневых компрессоров.
16. Конструкция и характеристики центробежных турбокомпрессоров.
17. Технологические схемы компрессорных станций.
18. Технология получения сжатого воздуха на поршневых компрессорных установках.
19. Технология получения сжатого воздуха на турбокомпрессорных установках.
20. Дайте определение компоновки компрессорной станции. Назовите сооружения компрессорной станции.
21. Основные стадии компоновки сооружений компрессорной станции.
22. Основные требования при проектировании компоновки сооружений компрессорной станции.
23. Определение местоположения компрессорной станции.
24. Назначение, виды и устройство трубопроводов компрессорной станции.
25. Всасывающий, нагнетательный и подающий трубопроводы.
26. Сети сжатого воздуха.
27. Материалы трубопроводов, фитинги, промышленная арматура.
28. Цель гидравлического расчёта воздухопроводов.
29. Конструктивный расчёт воздухопроводов.
30. Вспомогательное оборудование компрессорных станций.

### ***Рубежный контроль №2***

(6 семестр)

31. Загрязнения сжатого воздуха и их воздействие на пневматические приводы и системы.
32. Компоненты загрязнений.
33. Воздействие загрязнений на пневматические приводы и системы потребления сжатого воздуха.
34. Способы очистки сжатого воздуха.
35. Устройства грубой очистки.
36. Классификация и важнейшие показатели воздушных фильтров.
37. Масляные воздушные фильтры.
38. Самоочищающиеся масляные фильтры.
39. Волокнистые воздушные фильтры.



40. Рулонные волокнистые фильтры.
41. Ячейковые волокнистые фильтры ФЭ.
42. Влаго- и маслоотделители.
43. Способы осушки воздуха.
44. Оптимальная точка росы.
45. Что представляет собой установка для осушки воздуха (осушка вымораживанием).
46. Принцип работы установки для осушки воздуха (осушка вымораживанием).
47. Недостатки метода осушки вымораживанием.
48. Адсорбционный метод осушки. Принцип действия установки для осушки воздуха адсорбционным методом.
49. Сосуды для выравнивания пульсаций давления в сети и аккумулирования газа.
50. Системы охлаждения воздуха и характеристика теплообменной аппаратуры.
51. Теплообменники компрессорных установок: виды.
52. Трубчатые газоохладители низкого и среднего давления.
53. Пластинчато-ребристые газоохладители.
54. Газо-водные охладители низкого и среднего давления.
55. Типы газоохладителей высокого давления.
56. Змеевиковые газоохладители.
57. Газоохладители типа «труба в трубе».
58. Газоохладители с рабочим давлением 100 МПа и выше.
59. Подвальная компоновка систем охлаждения с компрессорными установками.
60. Бесподвальная компоновка систем охлаждения с компрессорными установками.

### *Рубежный контроль №1*

(7 семестр)

1. Перечислите основных потребителей искусственного холода.
2. Перечислите физические процессы, используемые для получения низких температур.
3. Фазовые переходы веществ.
4. Адиабатическое расширение газа.
5. Дросселирование (эффект Джоуля-Томсона).
6. Вихревой эффект.
7. Преимущества и недостатки генерации искусственного холода на основе эффекта Пельтье.
8. Магнитокалорический эффект.
9. Объясните, почему адиабатическое расширение газов более выгодно с точки зрения энергосбережения, чем дросселирование?
10. Принцип работы холодильной машины.
11. Требования, предъявляемые к холодильным агентам.
12. Классификация холодильных агентов.



13. Централизованные и индивидуальные системы хладоснабжения.
14. Способы получения холода и классификация холодильных установок.
15. Системы хладоснабжения с компрессионными холодильными установками.
16. Системы хладоснабжения с абсорбционными холодильными установками.
17. Системы хладоснабжения с парожеткторными холодильными установками.
18. Области рационального использования, оценка возможностей утилизации ВЭР для получения холода.
19. Методы определения расчётной потребности в холоде отдельными установками, цехами, предприятиями.
20. Технологические схемы холодильных станций.

### ***Рубежный контроль №2***

(7 семестр)

21. Необходимость использования воды в условиях производства.
22. Классификация систем водоснабжения.
23. Основные элементы систем водоснабжения.
24. Условия расчёта сооружения систем производственного водоснабжения (СПВ). Максимальный суточный расход, средний часовой расход в судки наибольшего водопотребления, максимальный часовой и соответствующий ему секунднй расход воды.
25. Схемы СПВ.
26. Прямоточная схема СПВ.
27. Схема СПВ с повторным использованием воды.
28. Обратная схема СПВ.
29. Использование технической воды в промышленности.
30. Требования к качеству технической воды.
31. Расчётная потребность предприятия в технической воде.
32. Использование хозяйственно-питьевой воды.
33. Основные показатели качества хозяйственно-питьевой воды.
34. Расчётное потребление хозяйственно-питьевой воды на предприятии.
35. Расчётный расход воды на умывание и утоление жажды.
36. Расчётный расход воды на душевые установки.
37. Расчётный расход воды на полив территории предприятия.
38. Расчётный расход воды в столовых предприятия.
39. Расчётный расход воды на пожаротушение.
40. Режимы водопотребления (графики водопотребления)

### **Темы рефератов для неуспевающих**

1. Схема и принцип работы абсорбционной холодильной машины.
2. Парокомпрессионные холодильные машины.



3. Многоступенчатая холодильная машина.
4. Очистка и повторное использование технической воды и промышленных стоков.
5. Прямоточная схема СПВ.
6. Схема СПВ с повторным использованием воды.
7. Обратная схема СПВ.

### 6.5. Фонд оценочных средств

Полные банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

1. Компрессорные станции и установки. Ч. 1. Технологические схемы. Нагрузка и производительность. Проектирование компрессорной станции и машинного зала. Газопроводы [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / И.В. Автономова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0261.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0261.html).
2. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. / П.И. Дячек - М.: Издательство АСВ, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302373.html>.
3. Основы промышленного водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] / Алексеев Л.С., Павлинова И.И., Ивлева Г.А. - М.: Издательство АСВ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938999.html>.

### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Расчет и конструирование агрегатов пневматических и пневмогидравлических систем. Пневмосистемы. Источники сжатого газа: учеб. пособие по курсу "Пневматические системы и их элементы [Электронный ресурс] / А.В. Чернышев. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009." - [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0257.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0257.html).
2. Технологическое оборудование предприятий общественного питания и торговли: Учебник / К.Я. Гайворонский, Н.Г. Щеглов - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 480с. - <http://znanium.com/catalog/product/484856>.



## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Савельев В.А., Панфилова А.П. Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Технологические энергоносители предприятия» для студентов заочной формы обучения направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». - Курган, 2017. – 7 с.
2. Савельев В.А., Панфилова А.П. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технологические энергоносители предприятия» для студентов заочной формы обучения направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Курган, 2017. – 14 с.
3. Савельев В.А., Панфилова А.П. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технологические энергоносители предприятия» для студентов заочной формы обучения направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Курган, 2017. – 51 с.

## **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>№</b>	<b>Интернет-ресурс</b>	<b>Краткое описание</b>
1	<a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a>	Энциклопедия Википедия

## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.  
Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: Windows XP, Foxit Reader Pro версия 1.3.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя учебные лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием (стенды, плакаты, жидкокристаллический проектор для отображения фильмов по тематике дисциплины, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Технологические энергоносители предприятия»

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность:

Энергообеспечение предприятий

Трудоемкость дисциплины: 8 ЗЕ (288 академических часов)

Форма обучения: очная (6,7 семестр), заочная (8,9 семестр)

Форма промежуточной аттестации: зачёт, экзамен.

Содержание дисциплины

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Масштабы производства и потребления энергоносителей. Системы воздушоснабжения предприятий. Системы холодоснабжения предприятий. Системы технического водоснабжения предприятий.