

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный уни-  
верситет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины** \_\_\_\_\_ Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях \_\_\_\_\_

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки** \_\_\_\_\_ 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника \_\_\_\_\_

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)*

**Направленность (профиль)** \_\_\_\_\_ Энергообеспечение предприятий \_\_\_\_\_

*(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)*

**Кафедра** \_\_\_\_\_ Инженерные системы и экология \_\_\_\_\_

Квалификация выпускника *бакалавр*

Разработчик:

К.Т.Н., доцент  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

Алиев  
(подпись)

/ Ю.А. Аляутдинова /  
И. О. Ф.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Инженерных систем и экологии» протокол № 9 от 25.04.2019 г.

И.о заведующего кафедрой

ДК | Е.М.Дербасова  
(подпись) И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКН «Теплотехника и теплоэнергетика» направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

ДК | /Е.М.Дербасова /  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

ДК | И.В. Анюткина  
(подпись) И.О.Ф.

Специалист УМУ

ДК | Е.С. Ковалева  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УИТ

ТВЗ | С.В. Туркина  
(подпись) И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой

ДК | Р.С. Хайдижешова  
(подпись) И. О. Ф.

## Содержание

	<b>Стр.</b>
1. Цели и задачи освоения дисциплины	<b>4</b>
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	<b>4</b>
3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	<b>4</b>
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	<b>4</b>
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	<b>7</b>
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	<b>7</b>
5.1.1. Очная форма обучения	<b>7</b>
5.1.2. Заочная форма обучения	<b>8</b>
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам	<b>9</b>
5.2.1. Содержание лекционных занятий	<b>9</b>
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	<b>9</b>
5.2.3. Содержание практических занятий	<b>10</b>
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	<b>10</b>
5.2.5. Темы контрольных работ (разделы дисциплины)	<b>11</b>
5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ	<b>11</b>
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	<b>11</b>
7. Образовательные технологии	<b>12</b>
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<b>13</b>
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	<b>13</b>
8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения	<b>14</b>
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины	<b>14</b>
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	<b>14</b>
10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	<b>16</b>

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью** учебной дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» является формирование знаний о системах производства и распределения энергоносителей на предприятиях, ознакомление с методами и способами регулирования и балансирования потребления и производства энергоносителей, схем, конструкций и режимов работы внутривозовских систем транспортировки и распределения энергоносителей.

**Задачами** дисциплины являются:

- изучение характеристик промышленных технологических и энергетических потребителей: газообразного и жидкого топлива, сжатого воздуха, кислорода, воды, искусственного холода, а также с их требованиями к параметрам и качеству используемых энергоносителей;
- ознакомление с видами, технологическими схемами, 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, участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией;
- изучение схем, конструкций и режимов работы внутривозовских систем транспортировки и распределения энергоносителей, научиться проводить расчеты по типовым методикам, научиться проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;
- 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.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК – 1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией.

ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

**знать:**

- исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1).
- нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования (ПК-2);

**уметь:**

- проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией (ПК-1).
- проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

**владеть:**

- способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1).
- нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования (ПК-2);

### 3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.02 «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» реализуется в рамках блока «Дисциплины» **вариативной по выбору** части.

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Котельные установки и парогенераторы», «Тепломассообменные аппараты», «Топливо и его сжигание», «Техническая термодинамика».

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр – 4 з.е.; всего - 4 з.е.	7 семестр – 2 з.е.; 8 семестр – 2 з.е.; всего - 4 з.е.
<b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b>		
Лекции (Л)	7 семестр – 30 часов; всего - 30 часов	7 семестр – 4 часа; 8 семестр – 4 часа; всего - 8 часов
Лабораторные занятия (ЛЗ)	7 семестр – 14 часов; всего - 14 часов	7 семестр – 2 часа; 7 семестр – 4 часа; всего - 6 часов
Практические занятия (ПЗ)	7 семестр – 30 часов; всего - 30 часов	7 семестр – 4 часа; 8 семестр – 4 часа; всего - 8 часов
Самостоятельная работа (СРС)	7 семестр – 70 часов; всего - 70 часов;	7 семестр – 62 часа; 8 семестр – 60 часов; всего - 122 часа
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	семестр – 8
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	семестр – 7	семестр – 8
Зачет	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

**5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**5.1.1. Очная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Системы воздухооборудования предприятий	30	7	6	3	6	15	Экзамен.
2	Раздел 2. Система технического водоснабжения предприятий	30	7	6	3	6	15	
3	Раздел 3. Системы газоснабжения предприятий	30	7	6	3	6	15	
4	Раздел 4. Системы холоднооборудования предприятий	30	7	6	3	6	15	
5.	Раздел 5. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.	24	7	6	2	6	10	
<b>Итого:</b>		144		30	14	30	70	

**5.1.2. Заочная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1	Раздел 1. Системы воздухо-снабжения предприятий	35	7	2	1	2	30	Учебным планом не преду-смотрено
2	Раздел 2. Система техническо-го водоснабжения предприя-тий	37	7	2	1	2	32	
3	Раздел 3. Системы газоснаб-жения предприятий	26	8	2	2	2	20	Экзамен Контрольная работа
4	Раздел 4. Системы холодо-снабжения предприятий	24	8	1	2	1	20	
5.	Раздел 5. Системы обеспече-ния предприятий продуктами разделения воздуха.	22	8	1	-	1	20	
	<b>Итого:</b>	144		8	6	8	122	

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Системы воздухо-снабжения предприятий	Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Масштабы производства и потребления энергоносителей. Общая характеристика систем воздухо-снабжения. Нагрузки на воздушную компрессорную станцию. Классификация потребителей сжатого воздуха. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции. Оборудование систем производства сжатого воздуха промышленных предприятий. Расчет и выбор и оборудования систем производства сжатого воздуха. Выбор типа и количества компрессоров. Принципиальная схема воздушной компрессорной станции. Расчет технологических схем компрессорной станции. Системы распределения сжатого воздуха. Общие сведения. Воздухораспределительные сети. Прокладка и расчет воздухораспределительных сетей.
2	Раздел 2. Система технического водоснабжения предприятий	Система водоснабжения и ее основные элементы. Классификация систем водоснабжения. Элементы систем производственного водоснабжения. Методика определения потребности в воде. Особенности систем водоснабжения промышленных предприятий. Прямоточные и оборотные системы водоснабжения.
3	Раздел 3. Системы газоснабжения предприятий	Газообразное топливо. Характеристики газообразного топлива, его классификация. Производство и транспорт природного газа. Снабжение промпредприятия природным газом. Надежность газоснабжения предприятия. Элементы межцехового газопровода. Газорегулирующие пункты. Смесительно-повысительные станции. Расчет и выбор оборудования систем газоснабжения. Состав оборудования, газовый баланс предприятий. Определение расчетной потребности в газе. Определение потерь давления в газопроводах. Проблемы использования избыточного давления. Системы обеспечения искусственными газами. Способы получения газа. Проблемы защиты окружающей среды. Техника безопасности в газовом хозяйстве промпредприятий. Защита газопроводов от коррозии. Виды защит газопроводов от коррозии. Катодная и протекторная защиты газопроводов от коррозии.
4	Раздел 4. Системы холодо-снабжения предприятий	Системы холодо-снабжения. Методика определения потребности в холоде. Технологические схемы холодильных станций
5.	Раздел 5. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.	Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Характеристики потребителей продуктов разделения. Методы промышленного получения кислорода и азота. Промышленное получение кислорода и азота. Графики и режимы потребления продуктами разделения воздуха. Методики расчета технологических схем станций разделения воздуха.

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3



1	Раздел 1. Системы воздухо-снабжения предприятий	Методика расчета потребности в сжатом воздухе на предприятии. Расчет и выбор и оборудования систем производства сжатого воздуха. Выбор типа и количества компрессоров. Принципиальная схема воздушной компрессорной станции. Расчет технологических схем компрессорной станции. Системы распределения сжатого воздуха. Общие сведения. Воздухораспределительные сети. Прокладка и расчет возду-хораспределительных сетей.
2	Раздел 2. Система техниче-ского водоснабжения пред-приятий	Системы технического водопровода. Её состав и основное и вспомога-тельное оборудование. Насосные станции. Фильтрующее оборудова-ние. Подземные водопроводы. Система распределения воды на пред-приятии. Технические водопроводы. Расчет систем водоснабжения.
3	Раздел 3. Системы газоснаб-жения предприятий	Газообразное топливо. Характеристики газообразного топлива, его классификация. Производство и транспорт природного газа. Снабже-ние промпредприятия природным газом. Надежность газоснабжения предприятия. Элементы межцехового газопровода. Газорегулирующие пункты. Смесительно - повысительные станции. Расчет и выбор обо-рудования систем газоснабжения. Состав оборудования, газовый баланс предприятий. Определение расчетной потребности в газе. Определение потерь давления в газопроводах. Проблемы использова-ния избыточного давления. Системы обеспечения искусственными газами. Способы получения газа. Проблемы защиты окружающей сре-ды. Техника безопасности в газовом хозяйстве промпредприятий. Защита газопроводов от коррозии. Виды защит газопроводов от коррозии. Катодная и протекторная защиты газопроводов от коррозии
4	Раздел 4. Системы холодо-снабжения предприятий	Системы холодноснабжения. Методика определения потребности в хо-лоде. Технологические схемы холодильных станций. Компрессорные и холодильные станции. Расчет и подбор холодильного оборудования.
5.	Раздел 5. Системы обеспече-ния предприятий продукта-ми разделения воздуха.	Система обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Её ее основное и вспомогательное оборудование, методика его подбора, расчета и режимы эксплуатации, а также характеристики отпускаемой продукции.

### 5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Системы воздухо-снабжения предприятий	Испытания воздушного компрессора. Определение производи-тельности, давления выдаваемого компрессорным агрегатом. Определения сопротивлений на различных элементах оборудования
2	Раздел 2. Система техниче-ского водоснабжения пред-приятий	Испытание кольцевой водопроводной сети.
3	Раздел 3. Системы газоснаб-жения предприятий	Определение сопротивления на газовом приборе учета, фильтре, газо-вой плите. Изучение конструкций газового проточного нагревателя, отопительного газового нагревателя (АОГВ), газовой плиты.
4	Раздел 4. Системы холодо-снабжения предприятий	Изучение конструкции бытовой сплит системы и бытового кондицио-нера. Испытания сплит системы. Определение холодопроизводитель-ности. бытовой сплит системы.
5.	Раздел 5. Системы обеспече-ния предприятий продукта-ми разделения воздуха.	Учебным планом не предусмотрено

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

#### Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1. Системы воздухо-снабжения предприятий	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5], [6]
2	Раздел 2. Система технического водоснабжения предприятий	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5], [7]
3	Раздел 3. Системы газоснабжения предприятий	Подготовка к практическому занятию.	[1], [2], [4]
4	Раздел 4. Системы холодоснабжения предприятий	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5]
5.	Раздел 5. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.	Подготовка к практическому занятию.	[1], [3], [5], [6]

#### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1. Системы воздухо-снабжения предприятий	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе	[1], [3], [5], [6]
2	Раздел 2. Система технического водоснабжения предприятий	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе	[1], [3], [5], [7]
3	Раздел 3. Системы газоснабжения предприятий	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе	[1], [2], [4]
4	Раздел 4. Системы холодоснабжения предприятий	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе	[1], [3], [5]
5.	Раздел 5. Система обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к контрольной работе	[1], [3], [5], [6]

#### 5.2.5. Темы контрольных работ

Тема контрольной работы «Расчет в потребности в энергоносителях промышленного предприятия»

#### 5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ.

Учебным планом не предусмотрено

#### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности студента
1	2

Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно. Фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	На практических занятиях обучающиеся систематизируют, закрепляют и углубляют знания теоретического характера; учатся приемам решения практических задач, овладевают навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий; работают с книгой, служебной документацией и схемами, пользуются справочной и научной литературой; формируют умение учиться самостоятельно.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу
Самостоятельная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях»

### Традиционные образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях», проводятся с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практические занятия— занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях с применением различных образовательных технологий. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи и интуиция. Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

### Интерактивные технологии

По дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде

схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному контролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний студентов и разбор сделанных ошибок.

По дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» практические и лабораторные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Беляев С. А. , Воробьев А. В. , Литвак В. В. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: учебное пособие. – Томск.: Издательство Томского политехнического университета, 2015 г. – 248 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа:

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=442071&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=442071&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

2. Общая энергетика: учебник. Под редакцией: Горелов В.П., Иванова Е.В. – М.: Директ-Медиа, 2016 г. - 434 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа:

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=447693&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=447693&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

3. Голицын М. В. Альтернативные энергоносители / М. В. Голицын, А. М. Голицын, Н. В. Пронина; Отв. Ред. Г. С. Голицын. – М.: Наука, 2004. – 159 с.

4. Крылов, Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод: учебное пособие / Ю. А. Крылов, В. Н. Медведев. – СПб.: Издательство Лань, 2013. – 176 с.

#### ***а) дополнительная учебная литература:***

5. Новиков С. И. Оптимизация систем автоматизации теплоэнергетических процессов: учебник, Ч.

1. Автоматические системы регулирования теплоэнергетических процессов с аналоговыми регуляторами. – Новосибирск.: Издательство НГТУ, 2011. - 284 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа:

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=436022&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=436022&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

6. Кудинов И.В., Стефанюк Е.В. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие, Ч. I. Термодинамика. – Самара.: Издательство СГАСУ, 2013. 172 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа:

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=256110&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=256110&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

7. Никитин В.А. Лекции по теплотехнике: конспект лекций. – Оренбург.: Издательство ОГУ, 2011. - 532 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа:

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=259242&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259242&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

#### ***в) перечень учебно-методического обеспечения:***

1. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях». АГАСУ. г. Астрахань 2017 г. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru> Дата обращения: 25.05.2017.

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях». АГАСУ. г. Астрахань 2017 г. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru> Дата обращения: 25.05.2017.

## 8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения

- Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
- Office Pro+ Dev SL A Each Academic;
- Справочная Правовая Система КонсультантПлюс;
- ApacheOpenOffice;
- 7-Zip;
- AdobeAcrobatReader DC;
- InternetExplorer;
- GoogleChrome;
- MazillaFirefox;
- VLC mediaplayer;
- Dr.Web Desktop Security Suite.

## 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

*Список перечня ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины*

Электронная информационно-образовательная среда Университета, включает в себя:

1. Образовательный портал (<http://edu.aucu.ru>)

Системы интернет-тестирования:

2. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования. Информационно-аналитическое сопровождение тестирования студентов по дисциплинам профессионального образования в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования» (<http://i-exam.ru>)

Электронно-библиотечная системы:

3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>)

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

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Аудитория для лекционных занятий 414006, г Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6	<b>№202, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
2.	Аудитория для практических занятий 414006, г Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6	<b>№301, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
3.	Аудитория для лабораторных занятий 414006, г Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №201, учебный корпус №6	<b>№201, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели. Переносной мультимедийный комплект. Аппарат отопительный газовый водогрейный АОГВ 17.4 в сборе, аппарат

		<p>отопительный газовый водогрейный в разрезе. Газовый проточный водонагреватель в сборе, газовый проточный водонагреватель в разрезе. Печь муфельная ПМ-8, Водонагреватель накопительного типа Термекс Hit H 5 л.</p> <p>Комплект переносных измерительных приборов в составе: тепловизор Control IR-cam 2, определитель точки росы Elkometr 319, ультразвуковой толщиномер АКС А1209, анемометр АТЕ -1033 АКТАКОМ, инфракрасный термометр DT-8863.</p> <p>Тепловой пункт учебного корпуса №6 в составе: элеватор, грязевики, запорная арматура, контрольно- измерительные приборы, узел учета с тепловычислителем.</p>
4.	<p>Аудитория для самостоятельной работы: 414056, г Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, аудитории №207, №209, №211, №312, главный учебный корпус 414006, г Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №302, учебный корпус №6</p>	<p><b>№207, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет</p> <p><b>№209, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет</p> <p><b>№211, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет</p> <p><b>№312, главный учебный корпус</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Доступ к сети Интернет</p> <p><b>№302, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Доступ к сети Интернет</p>
5.	<p>Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций 414006, г Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №301, №201 учебный корпус №6</p>	<p><b>№202, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий</p> <p><b>№301, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий</p> <p><b>№201, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели. Переносной мультимедийный комплект. Комплект наглядных пособий</p>
6.	<p>Аудитория для текущей аттестации и промежуточного контроля 414006, г Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №301, №201 учебный корпус №6</p>	<p><b>№202, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий</p>

		<p><b>№301, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий</p>
		<p><b>№201, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели. Переносной мультимедийный комплект. Комплект наглядных пособий</p>
7.	Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Се- ченова ,2/29/2, №106, учебный корпус №6	<p><b>№106, учебный корпус №6</b> Инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования</p>

### **10. Особенности организации обучения по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

## **РЕЦЕНЗИЯ**

**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
«Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных  
предприятиях»**

**ОПОП по направлению подготовки  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»  
по программе бакалавриата**

Тагиром Фасхидиновичом Шамсудиновым (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – доцент, к.т.н., Аляутдинова Ю.А.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 146 и зарегистрированного в Минюсте России 22.03.2018 № 50472.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП не подлежит сомнению – дисциплина относится к части «Дисциплины» вариативной по выбору части.

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» закреплены две компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, иметь навыки соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».



Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» представлены: типовыми вопросами к экзамену, заданием к контрольной работе, тематика лабораторных занятий.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанная доц., к.т.н. Аляутдиновой Ю.А. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Директор, ООО «НПРФ «Ярканон»



*Т. Шамсудинов*  
(подпись)

/ Шамсудинов Т.Ф. /  
И. О. Ф.

"19" апреля 2019 г

## Аннотация

к рабочей программе дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях»  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.  
Форма промежуточной аттестации: экзамен, контрольная работа.

Целью освоения дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» является формирования компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.02 «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» реализуется в рамках блока 1 «Дисциплины (модули)» вариативной по выбору части.

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Котельные установки и парогенераторы», «Тепломассообменные аппараты», «Топливо и его сжигание», «Техническая термодинамика».

Краткое содержание дисциплины:

- Раздел 1. Системы воздухообеспечения предприятий
- Раздел 2. Система технического водоснабжения предприятий
- Раздел 3. Системы газоснабжения предприятий
- Раздел 4. Системы холодоснабжения предприятий
- Раздел 5. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.

И.о заведующего кафедрой

  
подпись

/Дербасова Е.М./  
И. О. Ф.

## **РЕЦЕНЗИЯ**

**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
«Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных  
предприятиях»**

**ОПОП по направлению подготовки  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»  
по программе бакалавриата**

Дербасовой Еленой Михайловной (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – доцент, к.т.н., Аляутдинова Ю.А.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 146 и зарегистрированного в Минюсте России 22.03.2018 № 50472.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП не подлежит сомнению – дисциплина относится к части «Дисциплины» вариативной по выбору части.

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» закреплены две компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, иметь навыки соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».


Оценочные и методические материалы по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» представлены: типовыми вопросами к экзамену, заданием к контрольной работе, тематика лабораторных занятий.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях» ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанная доц., к.т.н. Аляутдиновой Ю.А. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Доц., к.т.н. кафедры «ИСЭ»

  
подпись /Дербасова Е.М./  
И. О. Ф.

"19" апреля 2019 г

*Подпись Дербасовой Е.М. заверено.*



Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Наименование дисциплины**

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях  
(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

**По направлению подготовки**

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

**Направленность (профиль)** Энергообеспечение предприятий

(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)

**Кафедра**

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника *бакалавр*



## СОДЕРЖАНИЕ:

	<b>Стр.</b>
1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля	6
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
1.2.3. Шкала оценивания	10
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	11
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	15
<i>Приложение 1</i>	16
<i>Приложение 2</i>	17
<i>Приложение 3</i>	18



**1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине**

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлен в виде отдельного документа

**1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 3)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1)					Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК – 1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Знать:						
	исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 1-7)
	Уметь:						
	проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 8-14)
	Владеть:						
	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 15-21) Контрольная работа (вопросы 1-15). Защита лабораторной работы №1,2,3 (вопросы 1-8)
ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое	Знать:						
	нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудо-	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 22-28)



оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	дования						
	Уметь:						
	проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 29-35)
	Владеть:						
	нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	X	X	X	X	X	Экзамен (вопросы 36-42) Контрольная работа (вопросы 15-30). Защита лабораторной работы №4,5,6 (вопросы 8-16)

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

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля

Наименование оценочного средства <b>1</b>	Краткая характеристика оценочного средства <b>2</b>	Представление оценочного средства в фонде <b>3</b>
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите

**1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
ПК – 1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	<b>Знает:</b> (ПК-1) - сходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Обучающийся не знает сходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Обучающийся имеет сходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала	Обучающийся твердо знает сходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает сходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	<b>Умеет:</b> (ПК-1) - проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией	Не умеет проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено	В целом успешное, но не системное умение обрабатывать на научной основе полученные данные	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией	Сформированное умение проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией
	<b>Владет:</b> (ПК-1) - способностью участвовать в сборе и анализе исход-	Обучающийся не владеет способностью участвовать в сборе и анализе	В целом успешное, но не системное владение способностью участвовать	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся	Успешное и системное владение навыками способностью участвовать в

	ных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено	в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	отдельными ошибками владение способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, умение их использовать на практике при решении конкретных задач
ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	<b>Знает:</b> (ПК-2) - нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	Обучающийся не знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	Обучающийся имеет знания нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала	Обучающийся твердо знает материал, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает исходные данные для нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, способен анализировать и интерпретировать полученные данные, исчерпывающе-последовательно, четко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	<b>Умеет:</b> (ПК-2) - проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техни-	Не умеет проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием,	В целом успешное, но не системное умение обрабатывать полученные данные.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умение проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных	Умеет собирать и проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим

	ческим заданием	с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу.		средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	заданием
	<b>Владеет:</b> (ПК-2) - нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	Обучающийся не владеет нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.	В целом успешное, но не системное нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	Успешное и системное владение способностью нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, умение их использовать на практике при решении конкретных задач.

### 1.2.3 Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

**2.1. Экзамен**

*а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 1)*

*б) критерии оценивания*

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№п /п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:**

**2.2 Контрольная работа**

*а) типовые задания к контрольной работе (Приложение 2)*

б) критерии оценивания

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

### 2.3. Защита лабораторной работы

а) Тематика лабораторных работ (Приложение 3)

б) критерии оценивания

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№	Оценка	Критерии оценки
---	--------	-----------------

<b>п/п</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат



### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными матрицей компетенций ООП (приложение к ООП). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

**2-этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды вставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
2	Контрольная работа	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	журнал успеваемости преподавателя
3	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	журнал успеваемости преподавателя

Удовлетворительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

**Типовые вопросы к экзамену**

**ПК-1 (знать)**

1. Общие сведения о системах производства и распределения сжатого воздуха промышленных предприятий.
2. Расчет воздухоохладителей воздушной компрессорной станции.
3. Классификация и характеристика воздушных компрессоров.
4. Компоновка воздушных компрессорных станций.
5. Расчет воздухоохладителей воздушной компрессорной станции
6. Воздушная компрессорная станция сжатого воздуха и ее принципиальная схема.
7. Нагрузка на компрессорную станцию сжатого воздуха.

**ПК-1 (уметь)**

8. Классификация и характеристика воздушных компрессоров.
9. Определение нагрузки на компрессорную станцию сжатого воздуха.
10. Графики давления сжатого воздуха.
11. Нормирование и удельный расход электроэнергии на производство сжатого воздуха.
12. Расчет воздухоохладителя компрессорной станции сжатого воздуха.
13. Системы распределения сжатого воздуха.
14. Регулирование производительности компрессоров и давления нагнетаемого воздуха.

**ПК-1 (владеть)**

15. Устройство и расчет воздухопроводов систем распределения воздуха.
16. Регулирование производительности компрессоров и давления нагнетаемого воздуха.
17. Влияние начальных и конечных параметров воздуха на производительность и экономичность воздушной компрессорной станции.
18. Очистка воздуха на компрессорной станции, расчет воздушных фильтров.
19. Расчет производительности воздушной компрессорной станции.
20. Система водоснабжения. Классификация систем водоснабжения.
21. Особенности и схемы систем водоснабжения промышленных предприятий.

**ПК-2 (знать)**

22. Элементы систем производственного водоснабжения.
23. Охлаждающие устройства производственного водоснабжения.
24. Газообразное топливо. Характеристика газообразного топлива, его классификация. Транспорт природного газа.
25. Производство и транспорт природного газа.
26. Основные категории водопотребления.
27. Межцеховой газопровод.
28. Мазутное хозяйство предприятия

**ПК-2 (уметь)**

29. Элементы межцехового газопровода.
30. Элементы межцехового газопровода.
31. Характеристика газообразного топлива, его классификация.
32. Защита газопроводов от коррозии.
33. Элементы систем производственного водоснабжения.
34. Техника безопасности в газовом хозяйстве.
35. Подготовка мазута к сжиганию.

**ПК-2 (владеть)**

36. Защита газопроводов от коррозии.
37. Промышленные потребители мазута. Использование мазута в промышленности.
38. Системы холодоснабжения.
39. Методика определения потребности в холоде.
40. Технологические схемы холодильных станций.
41. Роль кислорода в интенсификации технологических процессов.

## 42. Роль кислорода и методы получения кислорода и азота

## Типовые задания к контрольной работе

### Тема 1 Термодинамические основы процессов трансформации тепла

**Цель:** Студенты должны уметь составлять уравнение теплового и эксергетического балансов системы, производящей холод; определять значение коэффициента работоспособности тепла; уметь построить график изменения коэффициента работоспособности тепла в зависимости от температуры.

#### Задачи для закрепления материала по данной теме

**Задача 1.1.** Рассчитать и по полученным данным в координатах  $\tau_q - T$  построить график изменения коэффициента работоспособности тепла  $\tau_q$  в зависимости от температуры  $T$  в интервале от  $^\circ\text{C}$  до 0 К. За температуру окружающей среды  $T_{\text{oc}}$  принять 293 К. Для расчета целесообразно задаться следующими значениями  $T = 10^6; 10^5; 10^4; 5 \cdot 10^3; 3 \cdot 10^3; 10^3; 800; 600; 400; 200; 150; 100; 50; 30; 10; 5; 3; 2; 1; 0,1$  К.

**Задача 1.2.** Определить, во сколько раз удельная эксергия холода, полученного при нормальной температуре жидкого гелия, больше удельной эксергии холода, полученного при нормальной температуре: а) жидкого водорода; б) жидкого кислорода; в) жидкого аммиака.

**Задача 1.3.** Составить тепловой и эксергетический балансы системы, производящей холод при температуре  $-20$   $^\circ\text{C}$  в количестве  $Q_q = 25$  кВт, и определить ее КПД если известно, что потребляемая мощность  $N = 12,5$  кВт. Из системы отводится энергия  $Q_T$  в виде тепла с коэффициентом работоспособности  $\tau_q = 0,032$ .

**Задача 1.4.** Определить, каким образом и насколько изменится удельная эксергия хладагента R-12, который при давлении  $p = 0,15$  МПа в испарителе холодильной установки переходит из жидкого состояния в состояние сухого насыщенного пара.

**Задача 1.5.** Определить, какое количество эксергии (работы) надо подвести к воздуху в идеальном процессе, чтобы при давлении 0,5 МПа перевести его из газообразного состояния при  $T = 293$  К в двухфазное состояние пар — жидкость с содержанием 80% жидкости.

**Задача 1.6.** Определить, во сколько раз уменьшится работа в идеальном теплонасосном цикле, производящем тепло на уровне 80  $^\circ\text{C}$ , если температура теплоотдатчика изменяется с 293 до 303 К.

**Задача 1.7.** Определить характер и ошибку при подсчете коэффициента работоспособности холода при неизотермическом отводе тепла, если действительный процесс заменяется линейным (см. рис. 1.1) при следующих условиях: а)  $T_{H1} = 90$  К,  $T_{H2} = 80$  К; б)  $T_{H1} = 30$  К,  $T_{H2} = 20$  К; в)  $T_{H1} = 14$  К,  $T_{H2} = 4$  К. Во всех трех случаях принять  $T_{\text{oc}} = 293$  К.

### Тема 2 Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла (холодильные и теплонасосные установки)

**Цель:** Уметь определять основные термодинамические характеристики парожидкостных компрессионных трансформаторов тепла, на основе параметров рабочего агента в характерных точках схемы, определенных по  $T_S$  - диаграмме.

#### Задачи для закрепления материала по данной теме

**Задача 2.1.** Определить тепловую нагрузку охладителя компрессионной холодильной установки с рабочим агентом R-12. Расчетная холодопроизводительность  $Q_0 = 100000$  ккал/ч = 116,3 кВт; температура испарения  $t_0 = -10$   $^\circ\text{C}$ ; температура конденсации  $t_K = 40$   $^\circ\text{C}$ ; хладагент понижает свою температуру в охладителе на  $\Delta t_n = 30$   $^\circ\text{C}$ .

**Задача 2.2.** Определить тепловую нагрузку охладителя аммиачной компрессионной холодильной установки. Расчетная холодопроизводительность  $Q_0 = 30000$  ккал/ч = 34,9 кВт; давление в испарителе  $p_0 = 0,8$  МПа, давление в конденсаторе  $p_K = 1,8$  МПа; хладагент в охладителе понижает свою температуру на  $\Delta t_n = 40$   $^\circ\text{C}$ .

**Задача 2.3.** Определить удельный расход электроэнергии на выработку единицы холода, холодильный коэффициент и эксергетический КПД компрессионной установки холодопроизводительностью  $Q_0 = 3000$  ккал/ч = 3,45 кВт. Холод производится при  $t_H = -30$   $^\circ\text{C}$ ; внутренняя мощность компрессора  $N_B = 1,8$  кВт. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора соответственно равны  $\eta_i = 0,8$  и  $\eta_{\text{эм}} = 0,85$ .

**Задача 2.4.** Температура низкотемпературного теплоотдатчика в компрессионной теплонасосной установке  $t_0 = -5$   $^\circ\text{C}$ , температура конденсации  $t_K = 80$   $^\circ\text{C}$ ; КПД установки  $\eta_{\text{mn}} = 0,45$ . Опреде-

лить коэффициент трансформации и удельный расход электроэнергии на единицу полученного тепла.

**Задача 2.5.** Рассчитать схему одноступенчатой холодильной компрессионной установки с охладителем перед регулирующим вентилем, определив параметры в характерных точках схемы. Составить эксергетический баланс установки и изобразить его графически. На основе эксергетического баланса определить КПД установки и потери эксергии в отдельных ее элементах. Исходные данные для расчета: хладагент - аммиак; холодопроизводительность  $Q_0 = 1160$  кВт; температура хладоносителя на входе в испаритель  $t_{н1} = -18$  °С и на выходе из него  $t_{н2} = -26$  °С; температура охлаждающей воды на входе в конденсатор  $t_{в2} = 20$  °С и на выходе из него  $t_{в1} = 29$  °С. В охладитель подается артезианская вода в количестве  $G_B = 5$  т/ч с температурой на входе  $t_{по2} = 10$  °С. Минимальная разность температур в испарителе  $\Delta t_u = 4$  °С и в конденсаторе  $\Delta t_k = 6$  °С, конечная минимальная разность температур в охладителе  $\Delta t_{но} = 5$  °С.

Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора равны соответственно  $\eta_i = 0,8$  и  $\eta_{эм} = 0,9$

**Задача 2.6.** Рассчитать схему одноступенчатой компрессионной холодильной установки с регенеративным теплообменником. Определить тепловые нагрузки аппаратов, мощность компрессора, холодильный коэффициент и КПД установки.

Расчетная холодопроизводительность  $Q_0 = 21$  кВт; температура охлаждаемого воздуха на входе в испаритель  $t_{н1} = -15$  °С и на выходе из него  $t_{н2} = -22$  °С; температура охлаждающей воды на входе в конденсатор  $t_{в2} = 20$  °С и на выходе из него  $t_{в1} = 25$  °С. Холодильный агент — хладон R-12. Конечная разность температур в испарителе  $\Delta t_u = 3$  °С и в конденсаторе  $\Delta t_k = 5$  °С. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора соответственно равны  $\eta_i = 0,8$  и  $\eta_{эм} = 0,9$ .

**Задача 2.7.** Рассчитать схему одноступенчатой компрессионной холодильной установки с охладителем, определить параметры в характерных точках схемы и тепловые нагрузки аппаратов. Составить эксергетический баланс установки и изобразить его графически. На основе баланса определить КПД установки и потери эксергии в отдельных элементах.

Исходные данные для расчета: холодопроизводительность  $Q_0 = 1160$  кВт; температура хладоносителя на входе в испаритель  $t_{н1} = -18$  °С и на выходе из него  $t_{н2} = -25$  °С; температура охлаждающей воды на входе в конденсатор  $t_{в2} = 20$  °С и на выходе из него  $t_{в1} = 30$  °С. Холодильный агент — аммиак. В охладитель подается артезианская вода с располагаемым дебитом  $G_g = 5$  т/ч при начальной температуре  $t_{по2} = 10$  °С. Конечная разность температур в испарителе  $\Delta t_u = 3$  °С и в конденсаторе  $\Delta t_k = 5$  °С, в охладителе  $\Delta t_{но} = 15$  °С. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора соответственно равны  $\eta_i = 0,8$  и  $\eta_{эм} = 0,9$ .

**Задача 2.8.** Одноступенчатый компрессионный тепловой насос имеет теплопроизводительность  $Q_B = 70$  кВт. В качестве источника тепла низкого потенциала используется речная вода с температурой на входе в испаритель  $t_{н1} = 6$  °С и на выходе из него  $t_{н2} = 1$  °С. Температура сетевой воды на входе в охладитель  $t_{но} = 30$  °С, а на выходе из конденсатора  $t_{в2} = 75$  °С. Конечная разность температур в испарителе  $\Delta t_u = 3$  °С, в конденсаторе  $\Delta t_k = 5$  °С и в охладителе  $\Delta t_{но} = 7$  °С. Рабочий агент R-21. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора равны соответственно  $\eta_i = 0,8$  и  $\eta_{эм} = 0,9$ . Определить тепловые нагрузки аппаратов, мощность компрессора, удельный расход энергии, коэффициент трансформации и КПД установки.

**Задача 2.9.** Одноступенчатая компрессионная теплонасосная установка, работающая на R-21 имеет теплопроизводительность  $Q_B = 10^6$  ккал/ч = 1163 кВт. В испаритель установки подается речная вода с температурой  $t_{н1} = 8$  °С, а выходит из испарителя с  $t_{н2} = 2$  °С. Температура теплоносителя на входе в охладитель  $t_{в2} = 40$  °С и на выходе из него  $t_{в1} = 70$  °С. Конечная разность температур в испарителе  $\Delta t_u = 4$  °С, в конденсаторе  $\Delta t_k = 5$  °С и в охладителе  $\Delta t_{но} = 10$  °С. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора равны соответственно  $\eta_i = 0,78$  и  $\eta_{эм} = 0,9$ . Определить тепловые нагрузки аппаратов, мощность компрессора, удельный расход энергии, коэффициент трансформации энергии и эксергетический КПД.

**Задача 2.10.** Определить экономию топлива при использовании для отопления теплонасосной установки вместо котельной. Тепловая нагрузка  $Q_B=5000$  кВт. Коэффициент трансформации тепла в установке  $\mu = 4$ . КПД электросетей  $\eta_c = 0,95$  и котельной  $\eta_k = 0,8$ .

**Задача 2.11.** Определить экономию топлива при использовании для отопления теплонасосной установки по сравнению с теплоснабжением от ТЭЦ при тепловой нагрузке  $Q_B=10$  Гкал/ч = 41,9 ГДж/ч. Коэффициент трансформации тепла  $\mu = 9$ . Удельный расход топлива на ТЭЦ на выработку тепла  $b_i^{ТЭЦ} = 53$  кг условного топлива/Гкал=12,7 кг условного топлива/ГДж. При каком значении коэффициента трансформации тепла теплонасосной установки будет равноэкономичной работа ТНУ и ТЭЦ?

**Задача 2.12.** Определить коэффициент трансформации, затрату энергии и экономию топлива при использовании теплонасосной установки для теплично-парникового хозяйства. В качестве источника тепла низкого потенциала используется вода с  $t = 25$  °С, сбрасываемая промпредприятием. Тепловая нагрузка  $Q_B=7,17$  Гкал/ч = 30 ГДж/ч.=8337 кВт при  $t_b= 70$  °С. число часов использования установки 5500. Хладагент – R-21. минимальная разность температур в конденсаторе  $\Delta t_k = 5$  °С. температура хладагента после охладителя  $t_{no} = 45$  °С и в испарителе  $t_0 = 7$  °С. минимальная разность температур в испарителе  $\Delta t_u = 8$  °С. Перегрев хладагента в испарителе составляет  $\Delta t = 5$  °С.

### Тема 3 Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов тепла

**Цель:** Студент должен уметь подбирать компрессоры для холодильных установок, определять их объемные и энергетические коэффициенты.

#### Задачи для закрепления материала по данной теме

**Задача 3.1.** Подобрать поршневой компрессор для аммиачной холодильной установки, определив его объемный и энергетический коэффициенты. Параметры всасывания:  $p_1=0,15$  МПа,  $t_1=-25$  °С,  $v_1 = 0,78 \frac{M^3}{кг}$ . Давление нагнетания  $p_2=1,2$  МПа, температура конденсации  $t_k=30$  °С, расчетная объемная производительность  $V_0 = 45 \frac{M^3}{ч}$ . Принять  $c=0,03$ ,  $\lambda_{nl} = 0,98$ ,  $m = 1,0$ .

**Задача 3.2.** Подобрать поршневой компрессор хладоновой холодильной установки, определив его объемный и энергетический коэффициенты. Параметры всасывания:  $p_1=0,095$  МПа,  $t_1=10$  °С,  $v_1 = 0,1875 \frac{M^3}{кг}$ . Температура конденсации  $t_k=30$  °С, температура испарения  $t_{и} = -30$  °С. Давление нагнетания  $p_k=0,75$  МПа. Расчетная объемная производительность  $V_0 = 35 \frac{M^3}{ч}$ . Принять  $c=0,04$ ,  $\lambda_{nl} = 0,98$ ,  $m = 1,0$ .

**Задача 3.3.** Подобрать поршневой компрессор для аммиачной холодильной установки, определив его объемный и энергетический коэффициенты. Параметры всасывания:  $p_1=0,134$  МПа,  $t_1=-28$  °С,  $v_1 = 0,88 \frac{M^3}{кг}$ . Давление нагнетания  $p_2=1,38$  МПа, температура конденсации  $t_k=35$  °С, расчетная объемная производительность  $V_0 = 290 \frac{M^3}{ч}$ . Принять  $c=0,03$ ,  $\lambda_{nl} = 0,98$ ,  $m = 1,0$ .

**Задача 3.4.** Определить объемную производительность  $V$  и индикаторный КПД  $\eta_i$  вертикального прямоточного компрессора ФВ-85 при следующих условиях: частота вращения коленчатого вала  $n = 720$  об/мин, количество цилиндров  $z = 2$ , ход поршня  $l=130$  мм, диаметр цилиндра  $D = 190$  мм, коэффициент вредного пространства  $c=0,02$ , степень сжатия хладагента  $\pi = 6$ , коэффициент плотности  $\lambda_{nl}=0,97$ , показатель политропы расширения  $m = 1,0$ . Условия работы компрессора стандартные –  $t_0 = -15$  °С,  $t_k=30$  °С.

**Задача 3.5.** Определить объемную производительность  $V$  и индикаторный КПД  $\eta_i$  У-образного непрямоточного компрессора ФУ-40 при следующих условиях: частота вращения коленчатого вала  $n = 960$  об/мин, количество цилиндров  $z = 4$ , ход поршня  $l=70$  мм, диаметр цилиндра  $D= 100$  мм, коэффициент вредного пространства  $c=0,04$ , степень сжатия хладагента  $\pi = 5$ , коэффициент плотно-

сти  $\lambda_{nl}=0,98$ , показатель политропы расширения  $m = 1,0$ . Условия работы компрессора стандартные -  $t_0 = -15\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_k=30\text{ }^\circ\text{C}$ .

**Задача 3.6.** Определить объемную производительность  $V$  и индикаторный КПД  $\eta_i$  У-образного прямооточного компрессора ФУУ-350 при следующих условиях: частота вращения коленчатого вала  $n = 720$  об/мин, количество цилиндров  $z = 8$ , ход поршня  $l=130$  мм, диаметр цилиндра  $D= 190$  мм, коэффициент вредного пространства  $c=0,01$ , степень сжатия хладагента  $\pi = 8$ , коэффициент плотности  $\lambda_{nl}=0,96$ , показатель политропы расширения  $m = 1,0$ . Условия работы компрессора стандартные -  $t_0 = -15\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_k=30\text{ }^\circ\text{C}$ .

**Задача 3.7.** Определить объемную производительность  $V$  и индикаторный КПД  $\eta_i$  вертикально-непрямоточного бессальникового компрессора ФВ-6 при следующих условиях: частота вращения коленчатого вала  $n = 1440$  об/мин, количество цилиндров  $z = 2$ , ход поршня  $l=50$  мм, диаметр цилиндра  $D=67,5$  мм, коэффициент вредного пространства  $c=0,03$ , степень сжатия хладагента  $\pi = 7$ , коэффициент плотности  $\lambda_{nl}=0,98$ , показатель политропы расширения  $m = 1,0$ . Условия работы компрессора стандартные -  $t_0 = -15\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_k=30\text{ }^\circ\text{C}$ .

### Вопросы к контрольной работе

#### ПК-1 (Владеть)

1. Системы производства и распределения искусственного холода.
  2. Элементы системы «производство – коммуникация – потребитель» и их взаимосвязь.
  3. Требования к хладагентам и температурным уровням холода.
  4. Централизованный и децентрализованный способы производства холода; масштабы и области их экономического применения, используемые типы холодильных установок.
  5. Расчет технологических схем производства холода, методика расчета основного и вспомогательного оборудования холодильных станций, их компоновка, хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей.
  6. Схемы, циклы, параметры и методика расчета холодильных установок.
  7. Характеристики холодильных установок на нерасчетных режимах.
  8. Системы и установки обеспечения предприятий продуктами распределения воздуха. Показатели СПРЭ и характеристики энергоносителей.
  9. Обобщенные показатели и характеристики систем производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий (СПРЭНПП).
  10. Режимы производства и потребления энергоносителей.
  11. Характеристика энергоносителей.
  12. Методы термодинамической и термоэкономической оценки систем.
- Рекомендуемая литература [3. с.204-236].
13. Системы производства и распределения сжатого воздуха.
  14. Характеристика потребителей сжатого воздуха на предприятиях различных отраслей промышленности по расходам, давлениям, режимам потребления и другим характеристикам.
  15. Типы и технологические схемы компрессорных станций (КС) для выработки сжатого воздуха. Компоновка КС.

#### ПК-2 (Владеть)

16. Схемы воздухопроводов при централизованной системе производства сжатого воздуха.
17. Прокладка воздухопроводов.
18. Типы и основные показатели компрессоров для выработки сжатого воздуха.
19. Обоснование выбора типа и числа компрессоров; выбор привода компрессора.
20. Методы регулирования компрессоров на компрессорной станции.

21. Воздухопроводы. Методы расчета воздухопроводов.
22. Вспомогательное оборудование компрессорных станций: конструкция, характеристики и методы расчета.
23. Типовые компоновочные решения компрессорных станций.
24. Особенности компоновки компрессорных станций различных производств.
25. Энергетические и экономические показатели компрессорных станций.
26. Учет выработки сжатого воздуха и нормирование расхода электроэнергии на его производство.
27. Системы производственного водоснабжения
28. Классификация систем производственного водоснабжения.
30. Потребители технической воды.



**Тематика лабораторных работ  
Владеть (ПК-1)**

Лабораторная работа №1. Воздухораспределительные сети. Испытания вентиляционной установки.

Лабораторная работа №2. Испытания циклона

Лабораторная работа №3. Насосные станции при работе в параллельном и последовательном режиме

Лабораторная работа №4. Определение потерь давления на газоиспользующем оборудовании

**ПК-2 (владеть)**

Лабораторная работа №5. Расчет и подбор холодильного оборудования.

Лабораторная работа №6. Система обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Ее основное и вспомогательное оборудование, методика его подбора, расчета и режимы эксплуатации, а также характеристики отпускаемой продукции.

**Вопросы к лабораторным работам**

**ПК-1 (владеть)**

1. Оборудование систем оборотного водоснабжения.
2. Солевой баланс. Методы охлаждения оборотной воды.
3. Основные типы охладителей. Конструкции, достоинства и недостатки.
4. Очистка сточных вод, схемы, оборудование.
5. Насосные станции системы водоснабжения.
6. Системы топливоснабжения промышленных предприятий.
7. Методы определения часовой и суточной потребности в топливе.
8. Нормативные требования к величине его необходимого запаса на складах предприятия.

**ПК-2 (владеть)**

9. Характеристика потребителей твердого топлива; их требования к марке и качеству твердого топлива; методы определения потребности в топливе.
10. Использование мазута в промышленности.
11. Системы транспорта, хранения и подачи жидкого топлива.
12. Газообразное топливо. Масштабы потребления газа промышленными предприятиями.
13. Газовые коммуникации, регулирующая и распределительная аппаратура. Газохранилища.
14. Расчет газораспределения.
15. Техника безопасности в газовом хозяйстве промышленного предприятия; мероприятия по охране окружающей среды.
16. Вспомогательное оборудование компрессорных станций: конструкция, характеристики и методы расчета.

**Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины  
«Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных  
предприятиях»**


(наименование дисциплины)

**на 2020- 2021 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 8 от 23 марта 2020 г.

И.о. зав. кафедрой

          доцент, к.т.н.            
ученая степень, ученое звание

  
\_\_\_\_\_ /  
подпись

/ Е.М. Дербасова /  
И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:


1. В п.8.1. внесены следующие изменения:

а) Стрельников, Н.А. Энергосбережение : учебное пособие : [16+] / Н.А. Стрельников ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 72 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576534> (дата обращения: 01.03.2020). – Библиогр.: с. 68-69. – ISBN 978-5-7782-3884-8. – Текст : электронный.

б) Авдюнин, Е.Г. Источники и системы теплоснабжения: тепловые сети и тепловые пункты : [16+] / Е.Г. Авдюнин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 301 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564782> (дата обращения: 02.03.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0296-5. – Текст : электронный.

Составители изменений и дополнений:

          доцент, к.т.н.            
ученая степень, ученое звание

  
\_\_\_\_\_ /  
(подпись)

/ Ю.А. Аляутдинова /  
И.О. Фамилия

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»

направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

          доцент, к.т.н.            
ученая степень, ученое звание

  
\_\_\_\_\_ /  
подпись

/ Е.М. Дербасова /  
И.О. Фамилия

« 13 » марта 2020 г.

**Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины  
«Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных  
предприятиях»**

(наименование дисциплины)

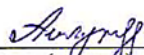
**на 2021- 2022 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 10 от 28 мая 2021 г.

И.о. зав. кафедрой

доцент, к.т.н.

ученая степень, ученое звание

  
(подпись)

ЛЮ.А. Аляутдинова /  
И. О. Ф.

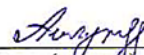
В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В п.5.2.1. раздел 1 внесение дополнительной лекции. Тема: «Возможность использования цифровых инструментов для обеспечения мультидисциплинарности научных исследований»

Составители изменений и дополнений:

доц., к.т.н.

ученая степень, ученое звание

  
(подпись)

ЛЮ.А. Аляутдинова /  
И. О. Ф.

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»

направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

доцент, к.т.н.

ученая степень, ученое звание

  
(подпись)

ЛЮ.А. Аляутдинова /  
И. О. Ф.

« 13 » мая 2021 г.

**Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины  
«Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных  
предприятиях»  
(наименование дисциплины)**

**на 2022- 2023 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 9 от 18 апреля 2022 г.

И.о. зав. кафедрой

доцент, к.т.н.  
ученая степень, ученое звание

Аляутдинова  
подпись

/ Ю.А. Аляутдинова /  
И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1.В п.8.1. внесены следующие изменения:

а) Шубин, И. Л. Промышленные здания : учебник : [16+] / И. Л. Шубин ; Российская академия архитектуры и строительных наук. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2022. – 432 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=615366> (дата обращения: 10.03.2022). – Библиогр.: с. 384-385. – ISBN 978-5-4499-2474-2. – DOI 10.23681/615366. – Текст : электронный.

Составители изменений и дополнений:

К.Х.Н. Шубин  
ученая степень, ученое звание

Аляутдинова  
подпись

/ Аляутдинова Ю.А. /  
И.О. Фамилия

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»  
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

доцент, к.т.н.  
ученая степень, ученое звание

Аляутдинова  
подпись

/ Ю.А. Аляутдинова /  
И.О. Фамилия

« 18 » апреля 2022 г.