

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

---

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
/И.Ю. Петрова /  
(подпись) И.О.Ф.  
« 25 » 08 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование дисциплины Нагнетатели и тепловые двигатели

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)

По профилю подготовки Энергообеспечение предприятий

(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

Кафедра Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Астрахань - 2017

**Разработчики:**

\_\_\_\_\_ ст. преподаватель \_\_\_\_\_ / Р.В. Муканов /  
(занимаемая должность, (подпись) И. О. Ф.  
учёная степень и учёное звание)

Рабочая программа разработана для учебного плана 2017 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Инженерные системы и эко-  
логия» протокол № 10 от 15.05. 2017 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Е.М. Дербасова /  
(подпись) И. О. Ф.

**Согласовано:**

**Согласовано:**

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Энергообеспечение предприя-  
тий» \_\_\_\_\_

Березина Н.В.  
(подпись) И. О. Ф

Начальник УМУ \_\_\_\_\_ /  
(подпись) И. О. Ф

Специалист УМУ \_\_\_\_\_ / И.И. Иманов /  
(подпись) И. О. Ф

Начальник УИТ \_\_\_\_\_ / И.А. Иманов /  
(подпись) И. О. Ф

Заведующая научной библиотекой \_\_\_\_\_ / Медведева Т.В. /  
(подпись) И. О. Ф

## Содержание

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

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

**Цель учебной дисциплины** - изучить тепловые двигатели и нагнетатели, применяемые в промышленности; овладеть современными методами технологических расчетов и выбором энергетического оборудования для промышленных установок с различным целевым направлением; способствовать расширению кругозора, проявлению самостоятельности при выполнении расчетов и технико-экономического обоснования принятых технических решений.

**Задачами дисциплины являются:**

- приобретение обучающимися знаний о типах и конструкциях основных нагнетателей и тепловых двигателей, применяемых в промышленных установках, а также научиться проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;
- изучение технических характеристик тепловых двигателей и нагнетателей, а также методы выбора их для энергетических установок;
- освоение способов регулирования производительности тепловых двигателей и нагнетателей с проведением экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

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

ПК – 4 - способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

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

**знать:**

- нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования (ПК-2);
- методику по обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4).

**уметь:**

- проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);
- проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. (ПК-4).

**владеть:**

- нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования (ПК-2);
- методиками по обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4).

## **3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина Б1.Б.22 «Нагнетатели и тепловые двигатели» реализуется в рамках блока «Дисциплины» базовой части.

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Котельные установки и парогенераторы», «Тепло-массообменные аппараты», «Тепломассообмен», «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:                                                                           | 8 семестр – 2 з.е.;<br>всего -2 з.е.             | 9 семестр – 2 з.е.;<br>всего -2 з.е.          |
| <b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b> |                                                  |                                               |
| Лекции (Л)                                                                                                  | 8 семестр – 14 часов;<br><b>всего - 14 часов</b> | 9 семестр – 4 часа;<br><b>всего - 4 часа</b>  |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)                                                                                   | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>    |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                   | 8 семестр – 12 часов;<br><b>всего - 12 часов</b> | 9 семестр – 4 часа;<br><b>всего - 4 часа</b>  |
| Самостоятельная работа (СРС)                                                                                | 8 семестр – 46 часов;<br><b>всего - 46 часов</b> | 9 семестр – 64 часа;<br><b>всего -64 часа</b> |
| <b>Форма текущего контроля:</b>                                                                             |                                                  |                                               |
| Контрольная работа                                                                                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <b>семестр – 9</b>                            |
| <b>Форма промежуточной аттестации:</b>                                                                      |                                                  |                                               |
| Экзамены                                                                                                    | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>    |
| Зачет                                                                                                       | <b>семестр – 8</b>                               | <b>семестр – 9</b>                            |
| Зачет с оценкой                                                                                             | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>    |
| Курсовая работа                                                                                             | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>    |
| Курсовой проект                                                                                             | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <i>учебным планом<br/>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**

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины<br>(по семестрам)                       | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по ви-<br>дам учебной работы |    |    |     | Форма промежуточной атте-<br>стации и текущего контроля |
|--------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|---------------------------------------------------------|
|              |                                                           |                          |         | контактная                                                                |    |    | СРС |                                                         |
|              |                                                           |                          |         | Л                                                                         | ЛЗ | ПЗ |     |                                                         |
| 1            | 2                                                         | 3                        | 4       | 5                                                                         | 6  | 7  | 8   | 9                                                       |
| 1            | Раздел 1 «Динамические насо-<br>сы»                       | 12                       | 8       | 2                                                                         | -  | 2  | 8   | Зачет                                                   |
| 2            | Раздел 2 «Вентиляторы и газо-<br>дувки. Турбокомпрессоры» | 12                       | 8       | 2                                                                         | -  | 2  | 8   |                                                         |
| 3            | Раздел 3 «Объемные насосы»                                | 18                       | 8       | 4                                                                         | -  | 4  | 10  |                                                         |
| 4            | Раздел 4 « Поршневые<br>компрессоры. Детандеры»           | 16                       | 8       | 4                                                                         | -  | 2  | 10  |                                                         |
| 5            | Раздел 5 «Тепловые двигатели»                             | 14                       | 8       | 2                                                                         | -  | 2  | 10  |                                                         |
|              | Итого:                                                    | 72                       |         | 14                                                                        | -  | 12 | 46  |                                                         |

**5.1.2. Заочная форма обучения**

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины<br>(по семестрам)                       | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по ви-<br>дам учебной работы |    |    |     | Форма промежуточной атте-<br>стации и текущего контроля |
|--------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|---------------------------------------------------------|
|              |                                                           |                          |         | контактная                                                                |    |    | СРС |                                                         |
|              |                                                           |                          |         | Л                                                                         | ЛЗ | ПЗ |     |                                                         |
| 1            | 2                                                         | 3                        | 4       | 5                                                                         | 6  | 7  | 8   | 9                                                       |
| 1            | Раздел 1 «Динамические насо-<br>сы»                       | 14                       | 9       | 1                                                                         | -  | 1  | 12  | Контрольная работа, зачет                               |
| 2            | Раздел 2 «Вентиляторы и газо-<br>дувки. Турбокомпрессоры» | 14                       | 9       | 1                                                                         | -  | 1  | 12  |                                                         |
| 3            | Раздел 3 «Объемные насосы»                                | 14                       | 9       | 1                                                                         | -  | 1  | 12  |                                                         |

|   |                                              |    |   |     |   |     |    |  |
|---|----------------------------------------------|----|---|-----|---|-----|----|--|
| 4 | Раздел 4 « Поршневые компрессоры. Детандеры» | 15 | 9 | 0.5 | - | 0.5 | 14 |  |
| 5 | Раздел 5 «Тепловые двигатели»                | 15 | 9 | 0.5 | - | 0.5 | 14 |  |
|   | <b>Итого:</b>                                | 72 |   | 4   | - | 4   | 64 |  |

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

| №  | Наименование раздела дисциплины                             | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1  | <b>Раздел 1 «Динамические насосы»</b>                       | <p><b>Тема 1.</b> Общие сведения о гидромашинах. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Типы коммуникаций в системах промышленной теплоэнергетики. Нагнетатели и тепловые двигатели. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Принцип действия динамических и объемных машин. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя.</p> <p><b>Тема 2.</b> Основы теории динамических насосов. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения. Центробежные насосы. Схемы центробежных насосов. Уравнение Эйлера для насосов и турбины. Теоретический напор. Полезный напор. Потери энергии в насосе. Влияние конструкции лопаток на теоретический напор. Степень реактивности. Характеристики насосов. Основы теории подобия насосов. Формулы для перерасчета параметров насоса по частоте вращения и диаметру рабочего колеса. Коэффициент быстроходности. Классификация насосов по коэффициенту быстроходности.</p> <p><b>Тема 3.</b> Вопросы эксплуатации динамических насосов. Насосная установка. Совместная работа насосов и гидротурбин. Регулирование подачи. Неустойчивая работа насоса (помпаж). Последовательное и параллельное соединение насосов. Кавитация в насосах и допустимая высота всасывания.</p> <p><b>Тема 4.</b> Вихревые и струйные насосы. Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристика, область применения. Схема струйного насоса, принцип действия, классификация, области применения.</p> |
| 2. | <b>Раздел 2. Вентиляторы и газодувки. Турбокомпрессоры»</b> | <p><b>Тема 1.</b> Вентиляторы и газодувки. Классификация вентиляторов. Область применения. Способы изменения характеристики вентилятора. Дутьевые вентиляторы и дымососы. Газодувки, область применения.</p> <p><b>Тема 2.</b> Турбокомпрессоры. Центробежные и осевые компрессоры. Области применения; основные способы изменения характеристики компрессора. Сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров. Термодинамический процесс сжатия в многоступенчатом турбокомпрессоре. Характеристики турбокомпрессоров. Методика расчета центробежного компрессора. Приближенный расчет ступени. Конструкция центробежных компрессоров. Ступень осевого компрессора. Конструктивные формы. Метод расчета основных размеров ступени</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3. | <b>Раздел 3 «Объемные насосы»</b>                           | <p><b>Тема 1.</b> Насосы возвратно-поступательного действия. Классификация насосов; особенности работы насосов в сети. Области применения. Устройство и области применения поршневых, плунжерных и диафрагменных насосов. Индикаторная диаграмма. Графики подачи и способы ее выравнивания. Регулирование подачи. Характеристики поршневых насосов.</p> <p><b>Тема 2.</b> Роторные насосы. Общие свойства, классификация и области применения роторных насосов. Подача роторных насосов и ее равномерность, регулирование подачи. Характеристики роторных насосов и их работа на трубопровод. Устройство и особенности роторных насосов различных типов: шестеренных, пластинчатых, роторно-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



|    |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                     | поршневых                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4. | <b>Раздел 4 « Поршневые компрессоры. Детандеры»</b> | <p><b>Тема 1.</b> Поршневые компрессоры. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Процессы сжатия и расширения газа в поршневом компрессоре. Многоступенчатое сжатие. Предельная степень повышения давления в ступени, распределение давления между ступенями, КПД компрессора. Индикаторная диаграмма. Регулирование подачи. Конструкции компрессоров. Схемы поршневых компрессоров. Нормализованные базы. Расчет основных размеров ступеней компрессора.</p> <p><b>Тема 2.</b> Детандеры. Классификация и области применения. Особенности работы и характеристика турбодетандера. Принцип работы поршневого детандера, хладопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия. Понятие удельной работы, напора и давления. Газодинамические основы расчета турбомашин. Теоретическая характеристика нагнетателя; общая классификация потерь в нагнетателях. Учет потерь и переход к действительной характеристике. Понятие о рабочей зоне характеристики. Условия работы нагнетателя на сеть.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5  | <b>Раздел 5 «Тепловые двигатели»</b>                | <p><b>Тема 1.</b> Классификация тепловых двигателей. Область применения различных типов тепловых двигателей. Классификация. Типы паровых турбин. Стандартные параметры пара. Работа и мощность турбинной ступени. Классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания (ДВС), двигателей Стирлинга. Схемы двигателей, основные показатели работы двигателя.</p> <p><b>Тема 2.</b> Понятия активных и реактивных турбин. Принцип действия активной турбины Лавала и реактивной турбины Парсонса. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Анализ потерь в характерных сечениях турбины. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Понятие о диаграмме переменных режимов паровой турбины. Основы регулирования мощности паровых турбин. Принципиальные схемы паротурбинных установок. Принцип работы и схемы газотурбинных установок. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Классификация паровых и газовых турбин по цели использования, по характеру теплового процесса, по числу часов использования в году, по конструктивным особенностям. Понятия номинальной и максимальной мощности турбины. Конструкции конденсационных и теплофикационных турбин и турбин с противодавлением.</p> <p><b>Тема 3.</b> Конструкции приводных турбин. Конструкции газовых турбин. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок. Область применения, классификация и особенности работы турбодетандеров. Характеристика турбодетандера. Конструкции компрессоров. Особенности конструкций. Принципиальные схемы турбинных установок: паротурбинных, газотурбинных и парогазовых. Основные элементы конструкции паровой и газовой турбины. Схема простейшей ПТУ.</p> <p><b>Тема 4.</b> Комбинированная выработка теплоты и электрической энергии. Идеальный цикл Ренкина для ПТУ на насыщенном и перегретом паре. Понятие термического КПД цикла. Процесс расширения пара в турбине в (h-s)-диаграмме. Понятие располагаемого и действительного теплоперепадов и их определение. Эффективность работы турбоустановки. Пути повышения экономичности турбоустановки. Влияние начальных и конечных параметров на КПД идеального цикла. Комбинированная выработка теплоты и электрической энергии. Регенера-</p> |

|  |  |                                                                                                            |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | тивный подогрев питательной воды. Тепловые схемы турбоустановок АЭС. Газотурбинные и парогазовые установки |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 5.2.3. Содержание практических занятий

| №  | Наименование раздела дисциплины                             | Содержание                                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                           | 3                                                                                                              |
| 1. | <b>Раздел 1 «Динамические насосы»</b>                       | Расчет профилей решеток. Расчет и проектирование ступени по параметрам на среднем диаметре ступени.            |
| 2. | <b>Раздел 2 «Вентиляторы и газодувки. Турбокомпрессоры»</b> | Расчет тепловых циклов и изучение схем турбинных установок. Расчет на прочность лопаток турбины.               |
| 3. | <b>Раздел 3 «Объемные насосы»</b>                           | Расчет двухвенечной ступени. Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу.. |
| 4. | <b>Раздел 4 «Поршневые компрессоры. Детандеры»</b>          | Многоступенчатые турбины. Переменный режим работы турбинной ступени.                                           |
| 5. | <b>Раздел 5 «Тепловые двигатели»</b>                        | Переменные режимы работы турбоустановок. Турбины для комбинированной выработки тепла и электроэнергии.         |

### 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. | <b>Раздел 1 «Динамические насосы»</b>                       | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [3], [5],                  |
| 2. | <b>Раздел 2 «Вентиляторы и газодувки. Турбокомпрессоры»</b> | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [3], [5],                  |
| 3. | <b>Раздел 3 «Объемные насосы»</b>                           | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [2], [4]                   |
| 4. | <b>Раздел 4 «Поршневые компрессоры. Детандеры»</b>          | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к экзамену               | [1], [3], [5],                  |
| 5. | <b>Раздел 5 «Тепловые двигатели»</b>                        | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к экзамену               | [1], [2], [4]                   |

#### Заочная форма обучения

| №  | Наименование раздела дисциплины       | Содержание                                                             | Учебно-методическое обеспечение |
|----|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1  | 2                                     | 3                                                                      | 4                               |
| 1. | <b>Раздел 1 «Динамические насосы»</b> | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе | [1], [3], [5],                  |

|    |                                                             |                                                                            |                |
|----|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    |                                                             | №1.                                                                        |                |
| 2. | <b>Раздел 2 «Вентиляторы и газодувки. Турбокомпрессоры»</b> | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [3], [5], |
| 3. | <b>Раздел 3 «Объемные насосы»</b>                           | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [2], [4]  |
| 4. | <b>Раздел 4 «Поршневые компрессоры. Детандеры»</b>          | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к экзамену               | [1], [3], [5], |
| 5. | <b>Раздел 5 «Тепловые двигатели»</b>                        | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к экзамену               | [1], [2], [4]  |

#### 5.2.5. Темы контрольных работ

Тема контрольной работы «Расчет теплового двигателя»

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

Учебным планом не предусмотрены.

#### 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.                                                                                                                                                                                                         |
| 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 зачету                             | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

#### 7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели»

#### Традиционные образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели», 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.

### **Интерактивные технологии**

По дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» 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 «Нагнетатели и тепловые двигатели» практические 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. Крылов, Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод: учебное пособие / Ю. А. Крылов, В. Н. Медведев. – М.: Издательство Лань, 2013. – 176 с.
2. Кистойчев А. В. Проектирование лопаточного аппарата осевых компрессоров ГТУ: Учебное пособие. – Екатеринбург.: Издательство Уральского университета, 2014 г. 121 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=276263&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=276263&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.
3. Энергосиловое оборудование систем жизнеобеспечения: учебник. - СПб.: Издательство Политехника, 2012. - 353 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=129566&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=129566&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

**б) дополнительная учебная литература:**

4. Елифанов В. С. Конструкция двигателей внутреннего сгорания: методические рекомендации - М.: Издательство Альтаир-МГАВТ, 2013. -109 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=429988&sr=](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=429988&sr=) Дата обращения: 25.05.2017.
5. Борисов В. М. Технология компрессорного и холодильного машиностроения: Учебное пособие. – Казань.: Издательство КНИТУ, 2012. -140 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=258357&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=258357&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

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

1. Тезисы лекций по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для бакалавров профиля подготовки «Энергообеспечение предприятий» 2017 г. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru> Дата обращения: 25.05.2017.
2. Методические указания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для бакалавров профиля подготовки «Энергообеспечение предприятий» 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 профессионально-

го 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<br>414006, г. Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6                                                                                                                   | <b>№202, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий                          |
| 2.    | Аудитория для практических занятий<br>414006, г. Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6                                                                                                                 | <b>№301, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий                          |
| 3.    | Аудитория для самостоятельной работы:<br>414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, литер А, аудитории №207, №209, №211, №312, главный учебный корпус<br>414006, г. Астрахань, Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №302, учебный корпус №6 | <b>№207, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -16 шт.<br>Проекционный телевизор<br>Доступ к сети Интернет               |
|       |                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>№209, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -15 шт.<br>Стационарный мультимедийный комплект<br>Доступ к сети Интернет |
|       |                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>№211, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -16 шт.<br>Проекционный телевизор<br>Доступ к сети Интернет               |
|       |                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>№312, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -15 шт.<br>Доступ к сети Интернет                                         |
|       |                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>№302, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -15 шт.<br>Доступ к сети Интернет                                              |
| 4.    | Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №301, учебный корпус №6                                                                                                                 | <b>№202, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий                          |
|       |                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>№301, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий                          |

|    |                                                                                                                                                  |                                                                                                                               |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | Аудитория для текущей аттестации и промежуточного контроля (Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №301, учебный корпус №6 | <b>№202, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий |
|    |                                                                                                                                                  | <b>№301, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий |

#### **10. Особенности организации обучения по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «**Нагнетатели и тепловые двигатели**» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

**Лист внесения дополнений и изменений  
в рабочую программу учебной дисциплины  
Нагнетатели и тепловые двигатели**

(  
(наименование дисциплины)

**на 2017- 2018 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «**Инженерные системы и экология**»,  
протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

|                                        |                  |                          |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|
| _____<br>ученая степень, ученое звание | _____<br>подпись | / _____/<br>И.О. Фамилия |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Обновление лицензионного программного обеспечения (приложение) \_\_\_\_\_
2. Обновление электронных библиотечных систем (приложение) \_\_\_\_\_
3. Обновление библиотечного фонда \_\_\_\_\_
4. Обновление материально-технического обеспечения \_\_\_\_\_
5. Обновление нормативной базы \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

|                                        |                  |                          |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|
| _____<br>ученая степень, ученое звание | _____<br>подпись | / _____/<br>И.О. Фамилия |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|

|                                        |                  |                          |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|
| _____<br>ученая степень, ученое звание | _____<br>подпись | / _____/<br>И.О. Фамилия |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|

Председатель методической комиссии

|                                        |                  |                          |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|
| _____<br>ученая степень, ученое звание | _____<br>подпись | / _____/<br>И.О. Фамилия |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



***Обновленное лицензионное программное обеспечение:***

1. Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
2. [Office Pro+ Dev SL A Each Academic](#);
3. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс;
4. ApacheOpenOffice;
5. 7-Zip;
6. AdobeAcrobatReader DC;
7. InternetExplorer;
8. GoogleChrome;
9. MozillaFirefox;
10. VLC mediaplayer;
11. Dr.Web Desktop Security Suite.

***Обновленные электронно-библиотечные системы:***

Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>)

Научная электронная библиотека [elibrary.ru](https://elibrary.ru) (<https://elibrary.ru>)

***Обновленная нормативная база:***

Приказ Министерства образования и науки РФ от 5 апреля 2017 г. № 301 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры"











— —

## Аннотация

к рабочей программе дисциплины **«Нагнетатели и тепловые двигатели»** по направлению **шифр 08.03.01 «Строительство»**, профиль подготовки **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**.

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.**

**Форма промежуточного контроля: зачет/контрольная работа.**

**Целью** учебной дисциплины **«Нагнетатели и тепловые двигатели»** является ознакомление студентов с устройством систем отопления зданий различного назначения, отопительными приборами, источниками тепловой энергии для систем отопления, формирование навыков конструирования и расчета систем отопления.

**Задачами** дисциплины являются:

- приобретение студентами знаний о типах и конструкциях основных нагнетателей и тепловых двигателей, применяемых в промышленных установках; изучение технических характеристик тепловых двигателей и нагнетателей, а также методы выбора их для энергетических установок;
- освоение способов регулирования производительности тепловых двигателей и нагнетателей; приобретение навыков пользования методическими нормативными материалами, технической и технологической документацией, современными информационными средствами и технологиями, техническим условиям и другим нормативным документам.

**Учебная дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» входит в Блок 1, базовой части.** Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин:

- «Механика»;
- «Гидрогазодинамика»;
- «Техническая термодинамика»;
- «Тепломассообмен».

**Краткое содержание дисциплины:**

Раздел 1 «Динамические насосы»

Раздел 2 «Вентиляторы и газодувки. Турбокомпрессоры»

Раздел 3 «Объемные насосы»

Раздел 4 «Поршневые компрессоры. Детандеры»

Раздел 5 «Тепловые двигатели»

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/Л.В. Боронина/  
подпись И. О. Ф.



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 Нагнетатели и тепловые двигатели  
(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

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

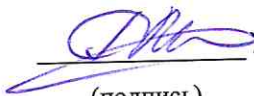
По профилю подготовки Энергообеспечение предприятий  
(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

Кафедра Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

**Разработчики:**

\_\_\_\_\_  
ст. преподаватель  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

 / Р.В. Муканов /  
(подпись) И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы разработаны для учебного плана 2017 г.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры  
«Инженерные системы и экология» протокол № 10 от 26.05 2017 г.

Заведующий кафедрой

 / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) И. О. Ф.

Председатель МКН

«Теплоэнергетика и теплотехника»

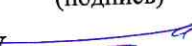
профиль «Энергообеспечение предприятий»

 / Боронцов Н.В. /  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

 / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) И. О. Ф.

Специалист УМУ

 / В.И. Игнатова /  
(подпись) И. О. Ф.

## СОДЕРЖАНИЕ:

|                                                                                                                                                                                                 | Стр. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 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                                                            | 13   |
| <i>Приложение 1</i>                                                                                                                                                                             | 14   |
| <i>Приложение 1</i>                                                                                                                                                                             | 16   |

**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<br>(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                                                                 |
| ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием | Знать:                                                                                                                                                                                     |                                                   |   |   |   |   |                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                  | нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования                                                                                | X                                                 | X | X | X | X | Зачет (вопросы с 1-7)                                             |
|                                                                                                                                                                                                                  | 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 | Зачет (вопросы с 8-14)                                            |
|                                                                                                                                                                                                                  | Владеть:                                                                                                                                                                                   |                                                   |   |   |   |   |                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                  | нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования                                                                               | X                                                 | X | X | X | X | Зачет (вопросы с 15-21)<br>Контрольная работа<br>(вопросы с 1-15) |
| ПК – 4 - способностью к                                                                                                                                                                                          | Знать:                                                                                                                                                                                     |                                                   |   |   |   |   |                                                                   |

|                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|--------------------------------------------------------------------|
| проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата. | методику по обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата                                          | X | X | X | X | X | Зачет (вопросы с 22-28)                                            |
|                                                                                                                                                     | Уметь:                                                                                                                                                   |   |   |   |   |   |                                                                    |
|                                                                                                                                                     | проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующего математического аппарата | X | X | X | X | X | Зачет (вопросы с 29-35)                                            |
|                                                                                                                                                     | Владеть:                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |                                                                    |
|                                                                                                                                                     | методиками по обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата                                        | X | X | X | X | X | Зачет (вопросы с 36-42)<br>Контрольная работа<br>(вопросы с 16-30) |

**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<br>оценочного средства | Краткая характеристика оценочного<br>средства                                                                 | Представление<br>оценочного средства в<br>фонде |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>1</b>                            | <b>2</b>                                                                                                      | <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       |

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

| Компетенция,<br>этапы<br>освоения<br>компетенции                                                                                                                                                                                                                   | Планируемые результаты<br>обучения                                                                                                                                                                                                               | Показатели и критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                  | Ниже порогового уровня<br>(не зачтено)                                                                                                                                                                                             | Пороговый уровень<br>(Зачтено)                                                                                                                                                                                                                                                                             | Продвинутый уровень<br>(Зачтено)                                                                                                                                                                                                                                                     | Высокий уровень<br>(Зачтено)                                                                                                                                                                                                   |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                | 3                                                                                                                                                                                                                                  | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК – 2 -<br>способностью<br>проводить<br>расчеты по<br>типовым<br>методикам,<br>проектировать<br>технологическое<br>оборудование с<br>использованием<br>стандартных<br>средств<br>автоматизации<br>проектирования в<br>соответствии с<br>техническим<br>заданием;. | <b>Знает:</b> (ПК-2)<br>нормативную базу в<br>области инженерных<br>изысканий, принципов<br>проектирования<br>теплоэнергетического<br>оборудования.                                                                                              | Обучающийся не знает<br>нормативную базу в<br>области инженерных<br>изысканий, принципов<br>проектирования<br>теплоэнергетического<br>оборудования                                                                                 | Обучающийся имеет<br>знания только<br>нормативную базу в<br>области инженерных<br>изысканий, принципов<br>проектирования<br>теплоэнергетического<br>оборудования                                                                                                                                           | Обучающийся твердо<br>знает материал,<br>нормативную базу в<br>области инженерных<br>изысканий, принципов<br>проектирования<br>теплоэнергетического<br>оборудования                                                                                                                  | Обучающийся знает<br>технологическую<br>нормативную<br>базу в области инженерных<br>изысканий, принципов<br>проектирования<br>теплоэнергетического<br>оборудования                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Умеет:</b> (ПК-2)<br>проводить расчеты по<br>типовым методикам,<br>проектировать<br>технологическое<br>оборудование с<br>использованием<br>стандартных средств<br>автоматизации<br>проектирования в<br>соответствии с<br>техническим заданием | Не умеет проводить<br>расчеты по типовым<br>методикам, проектировать<br>технологическое<br>оборудование с<br>использованием<br>стандартных средств<br>автоматизации<br>проектирования в<br>соответствии с<br>техническим заданием. | В целом успешное, но не<br>системное умение<br>обрабатывать полученные<br>данные. проводить<br>расчеты по типовым<br>методикам, проектировать<br>технологическое<br>оборудование с<br>использованием<br>стандартных средств<br>автоматизации<br>проектирования в<br>соответствии с<br>техническим заданием | В целом успешное, но<br>содержащее отдельные<br>пробелы проводить<br>расчеты по типовым<br>методикам,<br>проектировать<br>технологическое<br>оборудование с<br>использованием<br>стандартных средств<br>автоматизации<br>проектирования в<br>соответствии с<br>техническим заданием. | Умеет проводить расчеты<br>по типовым методикам,<br>проектировать<br>технологическое<br>оборудование с<br>использованием<br>стандартных средств<br>автоматизации<br>проектирования в<br>соответствии с<br>техническим заданием |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Владеет:</b> (ПК-2)<br>нормативной базой в<br>области инженерных<br>изысканий, принципов<br>проектирования<br>теплоэнергетического<br>оборудования                                                                                            | Обучающийся не владеет<br>нормативной базой в<br>области инженерных<br>изысканий, принципов<br>проектирования<br>теплоэнергетического<br>оборудования.                                                                             | В целом успешное, но не<br>системное владение<br>нормативной базой в<br>области инженерных<br>изысканий, принципов<br>проектирования<br>теплоэнергетического                                                                                                                                               | В целом успешное, но<br>содержащее отдельные<br>пробелы или<br>сопровождающиеся<br>отдельными ошибками<br>владение нормативной<br>базой в области                                                                                                                                    | Успешное и системное<br>владение нормативной<br>базой в области<br>инженерных изысканий,<br>принципов проектирования<br>теплоэнергетического<br>оборудования.                                                                  |

|                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                        | оборудования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования.                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ПК – 4 - способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.. | <b>Знает:</b> (ПК-4) методику по обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.                                         | Обучающийся не знает технологию и приемы изготовления элементов оборудования, монтажа, наладки; порядок и правила проведения испытаний оборудования, сдаче его в эксплуатацию.         | Обучающийся имеет знания только о технологии и приемах изготовления элементов оборудования, монтажа, наладки; порядок и правила проведения испытаний оборудования, сдаче его в эксплуатацию, 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 технологию и приемы изготовления элементов оборудования, монтажа, наладки; порядок и правила проведения испытаний оборудования, сдаче его в эксплуатацию, способен анализировать и интерпретировать полученные данные, исчерпывающе-последовательно, чётко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видеоизменении заданий |
|                                                                                                                                                                              | <b>Умеет:</b> (ПК-4) проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующего математического аппарата | Не умеет организовать надзор проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. | В целом успешное, но не системное умение обрабатывать полученные данные проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующего математического аппарата.                                                                                                     | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в проведении экспериментов по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующего математического аппарата. | Умеет проводить эксперименты по заданной методике, обрабатывать и анализировать полученные результаты с привлечением соответствующего математического аппарата                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                              | <b>Владеет:</b> (ПК-4) методиками по обработке и                                                                                                                              | Обучающийся не владеет готовностью к методиками                                                                                                                                        | В целом успешное, но не системное владение                                                                                                                                                                                                                                                                                            | В целом успешное, но содержащее отдельные                                                                                                                                                                       | Успешное и системное владение методиками по                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



|  |                                                                                         |                                                                                                        |                                    |                                                                                                                             |                                                                                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата | по обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата | готовностью к организации надзора. | пробелы с методиками по обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата | обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 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. Зачет**

*а) типовые вопросы к зачет (Приложение 1);*

*б) критерии оценивания*

При оценке знаний на зачете 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.

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Оценка</b>       | <b>Критерии оценки</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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.                                                                                     |
| 5                | Зачтено             | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6                | Не зачтено          | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 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.                                                                                               |

### 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. | Зачет                            | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины        | зачтено/незачтено                         | Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио |
| 2  | Контрольная работа               | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины        | По пятибалльной шкале и зачтено/незачтено | 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 зачету

### ПК-2 (знать)

1. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий.
2. Типы коммуникаций в системах промышленной теплоэнергетики.
3. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей.
4. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения.
5. Классификация насосов.
6. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя.
7. Понятие удельной работы, напора и давления.

### ПК-2 (уметь)

8. Влияние конструкции лопаток рабочего колеса на напор.
9. Газодинамические основы расчета турбомашин.
10. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров.
11. Теоретическая характеристика нагнетателя.
12. Общая классификация потерь в нагнетателях.
13. Учет потерь и переход к действительной характеристике. Понятие о рабочей зоне характеристики.
14. Условия работы нагнетателя на сеть.

### ПК-2 (владеть)

15. Особенности работы насосов в сети.
16. Способы регулирования подачи динамических гидромашин.
17. Неустойчивая работа насоса (помпаж).
18. Последовательное и параллельное соединение насосов.
19. Кавитация в насосах и допускаемая высота всасывания.
20. Принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия.
21. Полная характеристика вихревого насоса и области его применения.

### ПК-4 (знать)

22. Струйные насосы. Классификация и принцип действия.
23. Схема струйного насоса и области его применения.
24. Вентиляторы и газодувки. Классификация, характеристики и область применения.
25. Классификация, потери, КПД и мощность турбокомпрессоров.
26. Термодинамический процесс сжатия в многоступенчатом турбокомпрессоре в диаграмме.
27. Центробежные компрессоры. Конструкция. Область применения.
28. Основные способы изменения характеристики компрессора.

### ПК-4 (уметь)

29. Осевые компрессоры. Конструкция. Область применения.
30. Сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров.
31. Объемные насосы, классификация и принцип действия.
32. Устройство и области применения поршневых, плунжерных и мембранных насосов.

- 33. Индикаторная диаграмма поршневых насосов.
- 34. Графики подачи поршневых насосов и способы ее выравнивания.
- 35. Характеристики поршневых насосов.

**ПК-4 (владеть)**

- 36. Роторные насосы. Классификация и области применения.
- 37. Характеристики роторных насосов и их работа на трубопровод.
- 38. Устройство и особенности шестеренных, пластинчатых и винтовых насосов.
- 39. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
- 40. Предельная степень повышения давления вступени,распределение давления между ступенями, КПД компрессора.
- 41. Многоступенчатое сжатие в поршневом компрессоре.
- 42. Регулирование подачи поршневых компрессоров.

**Типовые задания к контрольной работе****Задание на контрольную работу**

Многоступенчатый компрессор без вредного пространства сжимает воздух от  $P_1$  до  $P_2$ . Соотношение давлений в одной ступени принимается в интервале  $6 \div 8$ .

Определить число ступеней  $Z$ , мощность двигателя, если к.п.д. компрессора  $\eta_k=0,7$  и расход охлаждающей воды, если её температура увеличивается на  $15^\circ\text{C}$ . Начальная температура воздуха  $t_{в1}$ . Сжатие политропное  $n$ . Производительность  $V \text{ м}^3/\text{ч}$  (значение величин приведены в табл. 1).

Таблица 1.

| № п.п. | Давление $P \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ |          | $t_{в}$ | Показатель политропы | Производительность $V \text{ м}^3/\text{ч}$ |
|--------|---------------------------------------|----------|---------|----------------------|---------------------------------------------|
|        | Начальное                             | Конечное |         |                      |                                             |
| 1      | 2                                     | 3        | 4       | 5                    | 6                                           |
| 1.1    | 0,98                                  | 53,95    | 10      | 1,3                  | 500                                         |
| 1.2    |                                       |          | 15      |                      | 450                                         |
| 1.3    |                                       |          | 20      |                      | 400                                         |
| 1.4    |                                       |          | 25      |                      | 300                                         |
| 2.1    | 0,98                                  | 60       | 5       | 1,2                  | 600                                         |
| 2.2    |                                       |          | 10      |                      | 500                                         |
| 2.3    |                                       |          | 15      |                      | 400                                         |
| 2.4    |                                       |          | 20      |                      | 300                                         |
| 3.1    | 0,98                                  | 65       | 10      | 1,3                  | 600                                         |
| 3.2    |                                       |          | 15      |                      | 500                                         |
| 3.3    |                                       |          | 20      |                      | 400                                         |
| 3.4    |                                       |          | 25      |                      | 300                                         |
| 4.1    | 0,98                                  | 70       | 5       | 1,2                  | 500                                         |
| 4.2    |                                       |          | 10      |                      | 450                                         |
| 4.3    |                                       |          | 15      |                      | 400                                         |
| 4.4    |                                       |          | 20      |                      | 300                                         |

**Вопросы к контрольной работе****ПК-2 (владеть)**

1. Схемы и конструкции поршневых компрессоров. Нормализованные базы.
2. Расчет основных размеров ступеней компрессора.
3. Классификация и область применения детандеров.

4. Принцип работы поршневого детандера, холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера.
5. Классификация вентиляторов. Область применения. Способы изменения характеристики вентилятора
6. Область применения различных типов тепловых двигателей. Классификация.
7. Принцип действия работы турбины (на примере активной одноступенчатой турбины Лавалья).
8. Типы паровых турбин. Стандартные параметры пара.
9. Работа и мощность турбинной ступени.
10. Конструкция паровой турбины.
11. Принципиальные схемы паротурбинных установок.
12. Идеальный цикл Ренкина для ПТУ, работающей на перегретом паре; понятие термического КПД цикла.
13. Процесс расширения пара в турбине в (h-s)-диаграмме; понятие располагаемого теплоперепада и его определение.
14. Действительный процесс расширения пара в турбине в (T-s) - диаграмме; понятие использованного теплоперепада.
15. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени.

#### **ПК-4 (владеть)**

16. Анализ потерь в характерных сечениях турбины. Влияние параметров пара на КПД идеального цикла (понятие  $T_z$ ; влияние начальных и конечных параметров).
17. Комбинированная выработка теплоты и электроэнергии; понятие теплофикации.
18. Промежуточный перегрев пара.
19. Понятие регенерации; схема турбоустановки с одной ступенью регенеративного подогрева питательной воды (РППВ).
20. Уравнение теплового баланса подогревателя питательной воды; определение доли отбираемого пара на регенерацию.
21. Оптимальное количество отборов на РППВ; КПД регенеративного цикла с промперегревом и без него.
22. Повышение экономичности в идеальном регенеративном цикле.
23. Тепловые схемы турбоустановок АЭС (одно-, 2-х и 3-х контурные). Преимущества и недостатки.
24. Основные уравнения одномерного движения сжимаемой жидкости. Понятие конфузорного и диффузорного течения в каналах.
25. Параметры полного торможения потока; их определение с помощью (h-s)-диаграммы.
26. Геометрические характеристики турбинной решетки и профилей.
27. Понятие турбинной ступени; ее характеристики, устройство.
28. Преобразование энергии в турбинной ступени.
29. Построение треугольников скоростей на входе и выходе из рабочих лопаток при расчете турбинной ступени.
30. Понятие потери энергии с выходной скоростью турбинной ступени и степени реактивности.



