

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Тепловые двигатели и нагнетатели Б1.В.ОД.4

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Автор(ы):** Карелин Д.Л.

**Рецензент(ы):** Страшинский Ч.С.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Набережные Челны  
2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Карелин Д.Л. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), DLKarelin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов
ПК-12	готовностью участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования
ПК-2	способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

**Знать:** основные понятия и законы термодинамики, физическую сущность термодинамических процессов, явлений и закономерностей, типовые методики расчета и проектирования тепловых двигателей и нагнетателей с использованием стандартных программных средств автоматизации проектирования; методики технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов; пути доводки технологических процессов в энергетических машинах.

**Уметь:** применять основные законы термодинамики при выполнении практических расчетов преобразования, транспортировки и использования тепловой энергии посредством жидкого, либо газообразного рабочего тела; на базе полученных знаний производить предварительного технико-экономическое обоснование проектных разработок энергообъектов и доводку технологических энергетических процессов.

**Владеть:** навыками термодинамического расчета при конструирования инженерных сооружений энергетических систем, машин и технологического оборудования; навыками проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов по стандартной методике и навыками доводки технологических энергетических процессов в энергетических машинах.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Промышленная теплоэнергетика)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 90 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 90 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие сведения и понятия о нагнетателях. Термодинамические и газодинамические основы теории нагнетателей.	6	4	4	6	14
2.	Тема 2. Характеристики нагнетателей. Совместная работа нагнетателей при параллельном и последовательном соединении.	6	4	4	6	16
3.	Тема 3. Силы действующие на валу динамических нагнетателей. Вентиляторы. Динамические компрессоры. Объемные нагнетатели. Динамические насосы.	6	4	6	6	16
4.	Тема 4. Тепловые двигатели. Циклы тепловых двигателей.	6	6	4	0	8
5.	Тема 5. Паровые турбины.	7	6	6	0	12
6.	Тема 6. Газотурбинные установки.	7	6	6	0	12
7.	Тема 7. Двигатели внутреннего сгорания.	7	6	6	0	12
	Итого		36	36	18	90

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Общие сведения и понятия о нагнетателях. Термодинамические и газодинамические основы теории нагнетателей.

Основы типы и классификация нагнетателей. Рабочие параметры нагнетателей. Применение законов термодинамики к описанию процессов в нагнетателях. Процессы сжатия. КПД нагнетателей. Основы типы и классификация нагнетателей. Рабочие параметры нагнетателей. Применение законов термодинамики к описанию процессов в нагнетателях. Процессы сжатия. КПД нагнетателей.

###### Тема 2. Характеристики нагнетателей. Совместная работа нагнетателей при параллельном и последовательном соединении.

Подобие нагнетателей. Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики нагнетателей. Действительные характеристики при постоянной и переменной частоте вращения. Без-размерные универсальные характеристики нагнетателей, изменение характеристик. Совместная работа нагнетателей при параллельном и последовательном соединении. Параллельная и последовательная работа нагнетателей. Неустойчивая работа нагнетателей.

###### Тема 3. Силы действующие на валу динамических нагнетателей. Вентиляторы. Динамические компрессоры. Объемные нагнетатели. Динамические насосы.

Осевые и радиальные силы на валу нагнетателей. Вентиляторы. Динамические компрессоры. Объемные нагнетатели. Динамические насосы. Расчетные соотношения и параметры вентиляторов. Центробежные и осевые вентиляторы и насосы. Турбокомпрессоры и методика их расчета. Осевой компрессор и методика его расчета. Поршневые, роторные и ротационные компрессоры и насосы.

###### Тема 4. Тепловые двигатели. Циклы тепловых двигателей.

Расчет работы сжатия, степени повышения давления, изменение удельного объема рабочего тела. Теоретические цикла тепловых двигателей: паросиловых установок, газотурбинных установок, поршневых двигателей внутреннего сгорания, Оценка теплового цикла по энергетическим показателям. Термический КПД цикла теплового двигателя.

###### Тема 5. Паровые турбины.

Активные и реактивные паровые турбины, особенности конструкции меж лопаточного и направляющего соплового аппарата. Методы регулирования паровых турбин. Мощность и КПД паровой турбины. Классификация паровых турбин и конструктивные особенности. Конденсационные установки. Конденсационные установки паровых турбин.

#### **Тема 6. Газотурбинные установки.**

Реальные циклы газотурбинных установок. Применение газотурбинных установок в энергетике. Подготовка рабочей смеси в камере сгорания Парогазовые и газопаровые энергетические установки и их термодинамические циклы. Внутренние и внешние потери тепловой энергии. Повышение эффективности газотурбинной установки.

#### **Тема 7. Двигатели внутреннего сгорания.**

Общие сведения и классификация двигателей внутреннего сгорания. Описание и принцип действия двигателей с внутренним и внешним сгоранием, двухтактные и четырехтактные двигатели. Техико-экономические показатели и тепловой баланс двигателей внутреннего сгорания. Роторнопоршневые двигатели, устройство и принцип действия.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

#### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-10, ПК-2, ПК-12	1. Общие сведения и понятия о нагнетателях. Термодинамические и газодинамические основы теории нагнетателей.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Устный опрос	ПК-2 , ПК-12 , ПК-10	2. Характеристики нагнетателей. Совместная работа нагнетателей при параллельном и последовательном соединении.
3	Устный опрос	ПК-2 , ПК-12 , ПК-10	3. Силы действующие на валу динамических нагнетателей. Вентиляторы. Динамические компрессоры. Объемные нагнетатели. Динамические насосы.
4	Письменная работа	ПК-10 , ПК-12 , ПК-2	4. Тепловые двигатели. Циклы тепловых двигателей.
<b>Экзамен</b>			
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
1	Устный опрос	ПК-2 , ПК-12 , ПК-10	5. Паровые турбины.
2	Устный опрос	ПК-2 , ПК-12 , ПК-10	6. Газотурбинные установки.
3	Письменная работа	ПК-10 , ПК-2	7. Двигатели внутреннего сгорания.
<b>Зачет</b>			

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 2 3
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	4

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 6**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Тема 1

1. Что изучает дисциплина тепловые двигатели и нагнетатели?
2. Что такое нагнетатель?
3. Какие типы нагнетателей вы знаете?
4. Дайте определение объемным нагнетателям.
5. Дайте определение динамическим нагнетателям.
6. В чем отличие динамических компрессоров, воздуходувок, вентиляторов?
7. В чем заключается разница между объемными и динамическими машинами?
8. Назовите рабочие параметры нагнетателей.
9. Назовите рабочие параметры тепловых двигателей.
10. Какие процессы сжатия вы знаете, в чем разница?

**2. Устный опрос**

Тема 2

1. На чем основан принцип подобия нагнетателей?
2. Геометрическое подобие.
3. Кинематическое подобие.
4. Динамическое подобие.
5. Физический смысл коэффициента быстроходности?
6. Отличие действительных характеристик нагнетателей?
7. Для чего вводятся безразмерные универсальные характеристики нагнетателей?
8. Расчет характеристик при последовательном подключении нагнетателей.
9. Расчет характеристик при параллельном подключении нагнетателей.
10. Расчет характеристик при смешанном подключении нагнетателей.

**3. Устный опрос**

Тема 3

1. По каким критериям классифицируются вентиляторы и компрессоры?
2. Каковы причины возникновения осевой силы в динамическом нагнетателе?
3. Назовите способы уравнивания осевой силы в динамическом нагнетателе.
4. В чем причина возникновения радиальной силы в динамическом нагнетателе?
5. Меры уменьшения радиальной силы в динамическом нагнетателе.
6. Какие силы действуют в центробежных и осевых вентиляторах и насосах?
7. Что такое нагнетатель объемного типа?
8. Как классифицируются нагнетатели объемного типа?
9. Какие силы действуют в поршневых, роторных и ротационных компрессорах и насосах?
10. Назовите причины возникновения неравномерности подачи в объемном нагнетателе.

**4. Письменная работа**

Тема 4

1. Перечислите области применения ДВС.
2. По каким признакам производится классификация ДВС?
3. Устройство и принцип работы 4-х тактного ДВС.
4. Устройство и принцип работы 2-х тактного ДВС.



5. Какие пути повышения мощности ДВС вы знаете?
6. Перечислите узлы и агрегаты ДВС которые вы знаете.
7. Что такое степень повышения давления?
8. Назовите технико-экономические показатели ДВС.
9. Определите перспективы развития ДВС.
10. Какое смесеобразование применяется для различных ДВС?

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Основные типы и классификация нагнетателей.
2. Рабочие параметры нагнетателей.
3. Совместная работа нагнетателя и трубопровода.
4. Применение законов термодинамики к описанию процессов в нагнетателе.
5. Изображение процессов сжатия в диаграммах состояния.
6. Причины создания многоступенчатых компрессоров.
7. Коэффициенты полезного действия.
8. Поршневые нагнетатели. Насосы и компрессоры.
9. Ротационные нагнетатели. Насосы и компрессоры.
10. Динамические нагнетатели. Насосы и компрессоры.
11. Принцип проектирования и конструирования турбонагнетателей. Уравнение Эйлера.
12. Параметры ступеней нагнетателя.
13. Влияние формы лопаток на рабочие параметры нагнетателей.
14. Теоретические характеристики центробежных компрессоров.
15. Способы регулирования нагнетательных машин.
16. Подобие нагнетателей.
17. Центробежные вентиляторы.
18. Осевые вентиляторы.
19. Турбокомпрессоры.
20. Струйный компрессор.
21. Центробежные насосы.
22. Кавитация при работе центробежных насосов.
23. Конструкция центробежных и осевых насосов.
24. Струйные насосы.
25. Насосы специальных типов.
26. Теоретический цикл теплового двигателя.
27. Цикл Дизеля.
28. Цикл ОТТО.
29. Цикл Саботэ.
30. Цикл Стирлинга.

### **Семестр 7**

#### **Текущий контроль**

##### **1. Устный опрос**

Тема 5

1. Основные параметры паровой турбины.
2. Мощность и КПД паровой турбины.
3. Активные и реактивные турбины в чем разница.
4. Что такое степень реактивности турбины?
5. Способы регулирования паровых турбин.
6. Классификация паровых турбин.
7. Реальные циклы газотурбинной установки.
8. P-v диаграмма режимов паровых турбин.
9. T-s диаграмма режимов паровых турбин.
10. Многоступенчатое сжатие рабочего тела.

##### **2. Устный опрос**

Тема 6

1. Перечислите основные характеристики реального цикла ГТУ.
2. Какое влияние оказывает введение в цикл ГТУ промежуточного охлаждения?
3. Как влияют показатели компрессора на параметры ГТУ?
4. В чем отличие регенеративного цикла ГТУ от регенеративного цикла паровой турбины?
5. Перечислите основные элементы паровой турбины.
6. Назовите преимущества парогазовых установок перед УНЭ/

7. В чем различие циклов газовой от паровой турбины?
8. Тенденции применения ГТУ в промышленности?
9. Назовите примеры применения детандеров в ГТУ.
10. Какая зависимость внутреннего КПД от начальной температуры.

### 3. Письменная работа

Тема 7

1. Укажите сферы применения ДВС.
2. Классификация ДВС?
3. Принцип работы 4-х тактного ДВС.
4. Принцип работы 2-х тактного ДВС.
5. Укажите пути повышения мощности ДВС вы знаете?
6. Основные узлы и агрегаты ДВС которые вы знаете.
7. Что такое степень повышения давления?
8. Укажите технико-экономические показатели ДВС.
9. Пути повышение экологических показателей ДВС.
10. Какое смесеобразование применяется для различных ДВС?

### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Внутренние потери энергии.
2. Внешние потери энергии.
3. Области применения ДВС.
4. Принцип работы 4-х тактного ДВС.
5. Принцип работы 2-х тактного ДВС.
6. Циклы паросиловых установок.
7. Циклы газотурбинных установок.
8. Способы охлаждения турбинных деталей.
9. Методы повышения термической стойкости деталей турбин.
10. Какие компрессоры применяются в ГТУ.
11. Циклы реальных двигателей.
12. Активные паровые турбины.
13. Реактивные паровые турбины.
14. Мощность и КПД паровой турбины.
15. Реальные циклы газотурбинной установки.
16. P-v диаграмма режимов паровых турбин.
17. T-s диаграмма режимов паровых турбин.
18. Многоступенчатое сжатие рабочего тела.
19. Многоступенчатое сгорание рабочего тела.
20. Конденсационные установки паровых турбин.
21. Теплообменные аппараты, применяемые в ГТУ.
22. Основные показатели, характеризующие камеры сгорания ГТУ.
23. Применение газотурбинных установок в энергетике и промышленности.
24. Замкнутая ГТУ.

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 6</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
		2	15
		3	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	4	15
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
		2	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. 'Энергосиловое оборудование систем жизнеобеспечения [Электронный ресурс]: учеб. / Е.М. Росляков, И.П. Кравчук, В.В. Гладкевич, А.А. Дружинин; Под общ. ред. Е.М. Рослякова. - СПб. : Политехника, 2012.' Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732506691.html>
2. 'Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры [Электронный ресурс] : Справочник/ Е.М. Росляков, Н.В. Коченков, И.В. Золотухин и др.; Под ред. Е. М. Рослякова. - СПб. : Политехника, 2015.' Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732507949.html>
3. Испытания нефтегазового оборудования и их метрологическое обеспечение: учебное пособие [Электронный ресурс] / Аванесов В.С., Кершенбаум В.Я., Микаэлян Э.А., Придвижкин В.А., Салащенко В.А., Семин В.И., Скрипка В.Л., Чайковский Г.П.; под ред. А.И. Владимирова, В.Я. Кершенбаума - М. : Проспект, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392211555.html>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / Жуков В.И. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224032.html>
2. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Фащенко В.Н. - М. : Горная книга, 2011. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986721897.html>

3. Гидравлика [Электронный ресурс] : Учеб. Пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - М. : Абрис, 2012. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200452.html>

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

Тепловые двигатели и нагнетатели - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200506.html>

ЭБС Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

Электронный ресурс. - <http://ru.cyclopaedia.net/wiki/Гидрогазодинамика>

Электронный учебно-методический комплекс. - <http://www.studfiles.ru/preview/5999984/page:4/>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий преподаватель устно, в логически выдержанной форме излагает новый учебный материал, который конспектируется студентами с оставлением (по возможности) полей для заметок и комментариев (дополнений лекционного материала по результатам самостоятельного изучения рекомендуемой литературы). Обучающиеся задают преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, анализа информации, решения проблемных задач и др. При подготовке к лекционным и иным занятиям может понадобиться материал, изучавшийся на курсах: 'Математика', 'Физика' и др. Поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в обсуждении теоретических вопросов и решении задач с применением методических материалов и специализированного программного обеспечения. Задачи связаны с изучением физических в каналах динамических и рабочих камерах соответственно нагнетателей и тепловых двигателей, уравнений энергии, момента количества движения (ур-я Эйлера), определением сил действующих по осям вращения, на стенки рабочих поверхностей, основных рабочих параметров и др.
лабораторные работы	Работа обучающихся на лабораторных занятиях подразумевает выполнение натуральных и виртуальных экспериментов как на испытательных стендах, так и на компьютерах, последующую обработку экспериментальных данных с использованием специализированных компьютерных программ, оформление и защиту лабораторных работ.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов подразумевает как проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой учебной литературы, так и освоение материала, вынесенного на самостоятельное изучение, а также выполнение письменных домашних заданий и подготовку к устным опросам, практическим и лабораторным занятиям, зачету и экзамену.
устный опрос	Для подготовки к устным опросам рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных задач. В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты: постановка проблемы; варианты решения; аргументы в пользу тех или иных вариантов решения. На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.
письменная работа	Выполнение письменного задания заключается в самостоятельном решении обучающимися задач, согласно указаниям преподавателя. Задачи связаны с расчетом основных геометрических параметров конструкции того или иного теплового двигателя или нагнетателя. При этом студентам необходимо опираться как на лекционный материал, так и на справочную, нормативную и иную литературу, а также на решения задач, рассмотренных на учебных занятиях.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо, прежде всего, опираться на конспекты лекций, а также на источники, которые разбирались на лабораторных и практических занятиях в течение изучения курса. На экзамене обучающийся отвечает на вопросы в выбранном билете (каждый билет содержит по два вопроса из приведенного выше списка).

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	При подготовке к зачету необходимо, прежде всего, опираться на конспекты лекций, а также на источники, которые разбирались на лабораторных и практических занятиях в течение изучения курса. На зачете обучающийся отвечает на один вопрос из приведенного выше списка и на дополнительные вопросы преподавателя, заданные с целью уточнения уровня освоения компетенций.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Тепловые двигатели и нагнетатели" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Тепловые двигатели и нагнетатели" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и профилю подготовки Промышленная теплоэнергетика .