

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

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Техническая термодинамика

Направление подготовки: 16.03.03 - Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль подготовки: Холодильная техника и системы жизнеобеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Рахимов Р.Р. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RaRRahimov@kpfu.ru

# **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-4	способностью использовать методы и средства метрологии для измерения физических величин, проводить сертификацию средств измерения, использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции
ПК-1	способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат
ПК-2	готовностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

знать:

- методы и средства метрологии для измерения физических величин, сертификаций средств измерения, использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества систем теплоснабжения и холодоснабжения
- основы проектирования системы внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции и системы жизнеобеспечения, а также применять физико-математические зависимости, критерии и т.д.
- сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования.

Должен уметь:

уметь:

- методы и средства метрологии для измерения физических величин, использовать стандарты и другие нормативные документы при проектировании отопления, вентиляции, кондиционировании воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции.
- проектировать системы внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции применяя в расчетах математические зависимости, критерии и т.д.
- применять для анализа объектов профессиональной деятельности соответствующий физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности

Должен владеть:

владеть:

- методами и средства метрологии для измерения физических величин, использовать стандарты и другие нормативные документы при проектировании отопления, вентиляции, кондиционировании воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции и системы жизнеобеспечения
- способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе проектировать системы внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления и системы жизнеобеспечения применяя в расчетах математические зависимости, критерии и т.д.

-способность применять для анализа объектов профессиональной деятельности соответствующий физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности

Должен демонстрировать способность и готовность:

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (Холодильная техника и системы жизнеобеспечения)" и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

## 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 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. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело.	4	2	0	2	6
2.	Тема 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс.	4	2	0	2	6
3.	Тема 3. Реальные газы и пар. Теплоемкость газов. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	4	2	0	2	6
4.	Тема 4. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок	4	2	0	2	6
5.	Тема 5. Термодинамические процессы при низких и высоких температурах. Циклы холодильных машин.	4	2	0	2	12
6.	Тема 6. Раздел 2. Тепломассообмен. Основные понятия и определения.	4	2	0	2	8

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Теплопроводность при стационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности.	4	2	0	2	8
8.	Тема 8. Конвективный теплообмен. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплообмен излучением. Теплопередача при переменных температурах. Интенсификация теплообмена	4	2	0	2	10
9.	Тема 9. Паросиловые установки. Схемы ТЭЦ.	4	2	0	2	10
	Итого		18	0	18	72

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело.

Предмет технической методы и задачи термодинамики. Термодинамическая система, равновесное и неравновесное ее состояние. Основные параметры состояния термодинамической системы. Определение термодинамического процесса. Определение модели идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Внутренняя энергия термодинамического процесса. Теплота и работа как форма передачи энергии в термодинамическом процессе. Энтальпия. Понятие смеси идеальных газов. Способы задания газовых смесей. Соотношения между массовыми и объемными долями. Определение парциальных давлений компонентов газовой смеси.

##### Тема 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс.

Сущность первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Выражение значения теплоты и работы через термодинамические параметры. Первый закон термодинамики для круговых процессов (циклов). Основные дифференциальные уравнения термодинамики.

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термические КПД и холодильный коэффициент. Цикл Карно и его термодинамическое значение. Интеграл Клаузиуса, Энтропия. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Понятие эксергии. Политропный процесс. Уравнение политропного процесса. Определение показателя политропы. Изображение политропных процессов в P-V и T-S-координатах. Изменение энтропии в политропных процессах. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный. Частные случаи политропного процесса.

##### Тема 3. Реальные газы и пар. Теплоемкость газов. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.

Свойства реальных газов. Понятия фазовых диаграмм, фазовых переходов и теплоты фазовых переходов. Правило Гиббса. Уравнение Клайперона-Клаузиуса и Ван-дер-Ваальса. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в P-V и T-S ? диаграммах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича-Новикова. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и P-S ? диаграммы. Влажный воздух. P - d диаграмма.

Основные понятия и определения: теплоемкость, массовая, объемная и мольная теплоем-

кости. Понятия изохорной и изобарной теплоемкостей. Уравнение связи между изобарной теплоемкостями (уравнение Мейера). Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость смеси идеальных газов. Основные положения. Уравнение первого закона термодинамики для потока, его анализ. Работа проталкивания. Определение параметров потока газа при истечении из каналов. Действительный процесс истечения. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля-Томсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Условное изображение процесса дросселирования в T-S ? диаграмме. Назначение компрессоров и их классификация. Поршневой компрессор, его устройство и принцип действия. Работа, затрачиваемая на привод компрессора. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Термодинамическое обоснование многоступенчатого сжатия. Изображение в P-V и T-S ? диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Относительный внутренний КПД компрессора. Преимущества многоступенчатых компрессоров. Детандеры, их устройство и принцип действия. Процессы в детандерах, их изображение в P-V и T-S ? координатах. Работа, мощность и КПД детандера.

#### **Тема 4. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок**

Устройство и принцип действия двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок. Циклы двигателей внутреннего сгорания и циклы газотурбинных установок. Изображение циклов в P-V и T-S - диаграммах. Анализ циклов ДВС ГТУ. Термический КПД цикла теплового двигателя. Методы повышения КПД. Двигатель Стирлинга. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его анализ. Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла P-V и T-S ? диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок, теплофикационный цикл. Бинарные циклы. Схемы подключения ТЭЦ.

#### **Тема 5. Термодинамические процессы при низких и высоких температурах. Циклы холодильных машин.**

Термодинамические процессы при высоких температурах. Особенности химических превращений. Стехиометрическое уравнение химической реакции. Мера реакции. Тепловой эффект химической реакции при условиях постоянства температуры и объема, температуры и давления и связь между ними. Закон Гесса. Тепловые эффекты образования и сгорания веществ.

Зависимость теплового эффекта реакции от агрегатного состояния веществ и температуры.

Адиабатная температура сгорания. Расчеты с помощью таблиц стандартных величин и полных энтальпий и энтропий.

Цикл воздушной холодильной машины. Цикл пароежекторной холодильной машины. Цикл адсорбционной холодильной машины. Цикл парокомпрессорной холодильной машины. Цикл теплового насоса.

#### **Тема 6. Раздел 2. Тепломассообмен. Основные понятия и определения.**

Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теории теплообмена при конструировании теплосиловых установок. Элементарные и сложные виды теплообмена: классификация.

Основные понятия и определения. Основные положения учения о теплопроводности. Гипотеза Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности для однородных изотропных тел. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях рода.

#### **Тема 7. Теплопроводность при стационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности.**

Теплопроводность при стационарном режиме и граничных условиях 3 рода (теплопередача). Теплопередача через однослойную многослойную плоскую и цилиндрическую стенку, коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор материала тепловой изоляции.

Теплопроводность при нестационарном режиме. Методы решения задач нестационарной

теплопроводности. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины, решение задачи нестационарной теплопроводности а граничных условиях 1 и 2 рода. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел.

Теплопроводность тел с внутренними источниками тепла.

#### **Тема 8. Конвективный теплообмен. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплообмен излучением. Теплопередача при переменных температурах. Интенсификация теплообмена**

Основные положения теории конвективного теплообмена. Физическая сущность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Дифференциальные уравнения теплообмена. Местный и средний коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия и моделирования физических явлений. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Первая теорема подобия. Вторая теорема подобия. Третья теорема подобия. Критериальные уравнения.

Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Анализ размерностей. Применение теории подобия к явлениям конвективного теплообмена.

Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении

жидкости в неограниченном объеме, ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей.

Естественная конвекция у горизонтальных труб. Расчетные уравнения. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при движении жидкости вдоль плоской



поверхности. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах; теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении жидкости в гладких и шероховатых, прямых и изогнутых трубах, круглого и не круглого сечения. Расчетные уравнения подобия. Теплоотдача при поперечном омывании одиночных пучков труб при коридорном и шахматном расположении. Расчетные уравнения.

Общие понятия и определения; баланс лучистого теплообмена. Теплообмен излучением между телами, произвольно расположенные в пространстве. Защита от излучения. Экраны. Излучение газов; лучистый теплообмен в толках и камерах сгорания.

Теплоносители, их основные характеристики. Теплопередача при переменных температурах, баланс теплоотдачи при переменных температурах, основные схемы движения потоков

теплоносителей. Обобщение уравнения теплопередачи при переменных температурах и средней разности температур теплоносителей при любой схеме теплообмена.

Способы интенсификации теплообмена в тепловых двигателях. Методы интенсификации тепл передачи путем оребрения поверхности.

## Тема 9. Паросиловые установки. Схемы ТЭЦ.

Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его анализ. Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла P-V и T-S ? диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок, теплофикационный цикл. Бинарные циклы. Схемы подключения ТЭЦ.

## 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"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Теплотехника - <https://openedu.ru/course/urfu/TEPL/>

Термодинамика и молекулярная физика - <https://openedu.ru/course/mipt/TERMDY/>

Термодинамика неравновесных состояни - [https://openedu.ru/course/misis/N\\_CHTHER/](https://openedu.ru/course/misis/N_CHTHER/)

Физическая химия. Термодинамика - <https://openedu.ru/course/misis/CHTHER/>

## 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 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменное домашнее задание	ПК-1 , ОПК-4	6. Раздел 2. Тепломассообмен. Основные понятия и определения.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
4	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1 , ОПК-4	1. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело. 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс. 3. Реальные газы и пар. Теплоемкость газов. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. 4. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок 5. Термодинамические процессы при низких и высоких температурах. Циклы холодильных машин. 6. Раздел 2. Тепломассообмен. Основные понятия и определения. 7. Теплопроводность при стационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности. 8. Конвективный теплообмен. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплообмен излучением. Теплопередача при переменных температурах. Интенсификация теплообмена 9. Паросиловые установки. Схемы ТЭЦ.
5	Тестирование	ПК-1	1. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело. 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс. 3. Реальные газы и пар. Теплоемкость газов. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.
6	Лабораторные работы	ПК-2 , ОПК-4	1. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело. 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс. 3. Реальные газы и пар. Теплоемкость газов. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. 4. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок 6. Раздел 2. Тепломассообмен. Основные понятия и определения.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	

## 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.	
Семестр 4					
Текущий контроль					
Письменное домашнее задание	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 серьёзные 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.	1



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован 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. Продemonстрирован 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.	4
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	5
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	6
Экзамен	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.	

### **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 4**

##### **Текущий контроль**

##### **1. Письменное домашнее задание**

###### **Тема 6**

Провести информационный поиск по элементарным видам теплообмена, анализировать информацию, собрать весь материал в единый отчет, сделать презентацию с отчетом.

7-10 баллов выставляется студенту, если демонстрируются полнота использования учебного материала, логика изложения (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями), наглядность (наличие рисунков, символов и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта, грамотность (терминологическая и орфографическая), опорные сигналы - слова, словосочетания, символы, самостоятельность при составлении. 4-6 баллов выставляется студенту, если демонстрируются использование учебного материала неполное, недостаточно логично изложено (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями), наглядность (наличие рисунков, символов и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта, грамотность (терминологическая и орфографическая), отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы - слова, словосочетания, символы, самостоятельность при составлении. 1-3 баллов выставляется студенту, если демонстрируются использование учебного материала неполное, недостаточно логично изложено (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями), наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта, грамотность (терминологическая и орфографическая), опорные сигналы - слова, словосочетания, символы, прослеживается несамостоятельность при составлении. 0 баллов выставляется студенту, если демонстрируются использование учебного материала неполное, отсутствуют схемы, количество смысловых связей между понятиями, отсутствует наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта, допущены ошибки терминологические и орфографические, отсутствуют опорные сигналы - слова, словосочетания, символы, несамостоятельность при составлении.

Примерные темы:

1. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения.
2. Тепломассобменные процессы литейной промышленности.
3. Основные элементарные процессы теплообмена.
4. Теплопроводность.
5. Методы теплоизоляции теплотехнического оборудования.
6. Теплоизолирующие материалы применяемые в пищевой промышленности.
7. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости.
8. Коэффициент теплоотдачи.
9. Способы интенсификации теплообмена.
10. Тепловое излучение. Применение в промышленности.

##### **4. Устный опрос**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

.Критерии оценивания: 1) полноту и правильность ответа; 2) степень осознанности, понимания изученного; 3) языковое оформление ответа. Примерны вопросы для проведения устного опроса у студентов:

1. Что изучает термодинамика.
2. Термодинамическая система. Рабочее тело.
3. Первый закон термодинамики. Энтальпия.
4. Второй закон термодинамики. Энтропия.
5. Термодинамические процессы. Изопроцессы.
6. Политропный процесс.
7. Реальные газы. Уравнение состояния реального и идеального газа.
8. Теплоемкость. Виды.
9. Зависимость теплоемкости от температуры.
10. Истечение газов. Способы измерения расхода.
11. Дросселирование газов и паров.
12. Компрессоры.
13. Одноступенчатые и многоступенчатые компрессоры.
14. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при  $P=\text{const}$ .
15. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при  $V=\text{const}$ .
16. Циклы паросиловых установок.
17. Теплофикационный цикл.
18. Термодинамика химических реакции.
19. Термодинамика процессов горения.

20. Двигатели внутреннего сгорания.
21. Современные двигатели внутреннего сгорания.
22. Конструктивные особенности современных двигателей.
23. Способы повышения кпд дизельных двигателей.
24. Способы повышения кпд бензиновых двигателей.
26. Преимущества двигателя с интеркуллером.
27. Термодинамические процессы при высоких температурах
28. Тепловые процессы в печах термообработки.
29. Тепломассообмен. Основные понятия и определения.
30. Элементарные и сложные виды теплообмена.
31. Теплопроводность при стационарном режиме.
32. Нестационарный процесс теплопроводности.
33. Конвективный теплообмен.
34. Теплоотдача при свободном движении жидкости.
35. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.
36. Теплообмен излучением.
37. Защита от излучения. Экраны.
38. Теплопередача при переменных температурах.
39. Интенсификация теплообмена.
40. Теплообмен при изменении агрегатного состояния теплоносителя.
41. Теплообменные аппараты.

## 5. Тестирование

Темы 1, 2, 3

Примеры тестовых заданий.

1. Уравнением состояния равновесной термодинамической системы называется
  - : функциональная связь между вязкостью и температурой вещества
  - + : функциональная связь между параметрами состояния
  - : функциональная связь между теплоемкостью и давлением вещества
  - : функциональная связь между плотностью и теплоемкостью вещества
2. Метод технической термодинамики является...
  - + : феноменологическим
  - : статистическим
  - : дедуктивным
  - : индуктивным
3. В соответствии с первым законом термодинамики?
  - : подводимая к термодинамической системе теплота не расходуется на приращение ее внутренней энергии и на совершение внешней работы
  - + : подводимая к термодинамической системе теплота не расходуется на приращение ее внутренней энергии и на совершение внешней работы
  - : подводимая к термодинамической системе теплота расходуется только на совершение внешней работы
  - : подводимая к термодинамической системе теплота расходуется только на приращение ее внутренней энергии
4. Вечный двигатель второго рода невозможен? -: это формулировка?
  - : первого закона термодинамики
  - + : второго закона термодинамики
  - : третьего закона термодинамики
  - : тепловой теоремы Нернста
5. Параметрами состояния термодинамической системы являются?
  - : давление и температура
  - : давление, температура, удельный объем, теплоемкость
  - + : абсолютные давление и температура, удельный объем
  - : давление, температура, удельный объем, теплопроводность и температуропроводность
6. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна
  - 1) 400 Дж
  - 2) 200 Дж
  - 3) -400 Дж

- 4) -200 Дж
7. Идеальная тепловая машина за цикл совершает полезную работу 50 Дж и отдает холодильнику 100 Дж. КПД машины равен
- 1) 100%
  - 2) 50%
  - 3) 33%
  - 4) 67%
8. Абсолютный ноль температуры, выраженный по шкале Цельсия
- 1) 0С.
  - 2) 100С.
  - 3) 273,15С.
  - 4) -273,15С
9. Какой параметр одинаков у тел, находящихся в тепловом равновесии
- 1) давление
  - 2) концентрация
  - 3) температура
  - 4) объем
10. Как изменится давление газа в металлическом баллоне при увеличении температуры от 10С до 50С
- 1) не изменилось
  - 2) увеличилось в 5 раз
  - 3) увеличилось в 1,14 раза
  - 4) ответ неоднозначный.
11. При увеличении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза объема газа увеличился также в 2 раза. Какому изопроцессу это соответствует?
- (один ответ)
- 1) изобарического
  - 2) изохорического
  - 3) изотермического
  - 4) адиабатического
12. Молекулы в твердых телах
- (один ответ)
- 1) вращаются
  - 2) колеблются
  - 3) движутся поступательно
  - 4) движутся равномерно от столкновения к столкновению
13. Молекулы вещества находятся на некотором расстоянии друг от друга. Это подтверждается:
- 1) испарением жидкости
  - 2) расширением тела при нагревании
  - 3) диффузией
  - 4) броуновским движением
14. Оцените правдоподобность ответа, полученного при решении задачи: Температура газа равна  $t = -275^{\circ}\text{C}$ ?
- (один ответ)
- 1) возможен
  - 2) противоречит законам физики
  - 3) противоречит существующим техническим возможностям
  - 4) противоречит экспериментальным фактам
15. Скорость броуновского движения при уменьшении температуры
- 1) растет
  - 2) уменьшается
  - 3) скорость броуновского движения от температуры не зависит
  - 4) это зависит от размеров частиц
20. Скорость движения молекул при увеличении температуры
- (один ответ)
- 1) растет
  - 2) уменьшается
  - 3) скорость движения молекул от температуры не зависит
  - 4) условие задачи не позволяет дать однозначного ответа
21. Переход вещества из одного агрегатного состояния в другое

- 1) агрегатный переход
  - 2) конденсация
  - 3) сублимация
  - 4) фазовый переход
22. Давление газа -
- 1) мера средней кинетической энергии молекул
  - 2) результат ударов молекул о дно и стенки сосуда
  - 3) результат хаотического движения молекул
  - 4) результат сжатия газа
23. Процесс изменения состояния данной массы идеального газа, протекающий при постоянном значении его давления
- 1) изобарным
  - 2) изотермическим
  - 3) изохорным
  - 4) адиабатным
24. Как изменится температура газа при изобарном увеличении его объёма в 2 раза?
- 1) уменьшится в 4 раза
  - 2) увеличится в 2 раза
  - 3) уменьшится в 2 раза
  - 4) увеличится в 4 раза
25. Состояние, при котором в закрытом сосуде число молекул испаряющихся и конденсирующихся в единицу времени одинаково...
- 1) сублимация
  - 2) тепловое равновесие
  - 3) броуновское движение.
  - 4) динамическое равновесие
26. Внутренняя энергия системы не изменяется при переходе её из одного состояния в другое
- 1) при изобарном процессе
  - 2) при изохорном процессе
  - 3) при изотермическом процессе
  - 4) при адиабатном процессе
27. При адиабатном сжатии идеального газа его внутренняя энергия
- 1) увеличивается
  - 2) уменьшается
  - 3) не изменяется
  - 4) сначала увеличивается, потом уменьшается
28. Абсолютная температура ?
- 1) величина, измеряемая по шкале Кельвина
  - 2) величина, измеряемая по шкале Цельсия
  - 3) величина, соответствующая "- 273 C"
  - 4) величина соответствующая "0 C"
29. При изотермическом расширении газа его давление уменьшается в результате
- 1) уменьшения концентрации молекул
  - 2) уменьшения средней кинетической энергии молекул
  - 3) уменьшения массы газа
  - 4) уменьшения скорости молекул
30. Вещества, обладающие наименьшей теплопроводностью
- 1) твёрдые
  - 2) жидкие
  - 3) газообразные
  - 4) твёрдые и жидкие
31. Конвекция может происходить
- 1) в твердых веществах
  - 2) в жидких веществах
  - 3) в газообразных веществах
  - 4) в газообразных и жидких веществах
32. Вещество, обладающее наилучшей теплопроводностью
- 1) стекло
  - 2) сталь
  - 3) воздух

4) вода

33. Внутренняя энергия тела зависит

- 1) от массы и скорости тела
- 2) от высоты над землёй и скорости движения
- 3) от температуры и массы тела
- 4) от температуры

34. Количество теплоты, израсходованное на нагревание тела, зависит

- 1) от массы, объема и рода вещества
- 2) от изменения его температуры, плотности и рода вещества
- 3) от массы тела и температуры
- 4) от рода вещества, его массы и изменения температуры

35. Количество тепла, необходимое для нагревания вещества массой 1 кг на 1°C

- 1) теплопередача
- 2) удельная теплоемкость этого вещества
- 3) изменение внутренней энергии
- 4) удельная теплота нагревания

## 6. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4, 6

Лабораторные занятия проводятся по методическим указаниям. Для проведения опытом на кафедральных лабораториях имеются лабораторные оборудования. Оценивается владение материалом по теме работы, правильность оформления практической части работы, защита лабораторной.

Выполняются следующие лабораторные работы:

1. Измерение температуры
2. Измерение давления.
3. Определение показателя адиабаты.
4. Исследование теплоотдачи вертикальной трубы при свободной конвекции воздуха.
5. Исследование теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции воздуха.
6. Определение коэффициента теплопроводности материалов
7. Измерение расхода жидкостей и газов.
10. Определение теплопроводности методом цилиндрического слоя.
11. Определение теплоемкости

## Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Задачи и методы термодинамики.
2. Современное состояние и перспективы развития теплоэнергетики.
3. Термодинамическая система. Параметры состояния термодинамической системы.
4. Уравнение состояния.
5. Термодинамический процесс. Равновесные, неравновесные, обратимые и необратимые процессы.
6. Первый закон термодинамики. Энтальпия.
7. Термодинамический анализ циклов.
8. Прямые и обратные циклы.
9. Цикл Карно. T-S ? диаграмма.
10. Изображение процессов в T-S- диаграммах.
11. Второй закон термодинамики.
12. Изменение энтропии в термодинамических процессах.
13. Статистическое толкование 2-ого закона термодинамики.
14. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры и процесса.
15. Политропный процесс. Обобщающее значение политропного процесса.
16. Реальные газы. Уравнения состояния идеальных, реальных газов.
17. Дросселирование. Применение.
18. Смешение газов. Применение смешения газов в промышленности.
19. Цикл одноступенчатого компрессора. Работа сжатия газа в компрессоре.
20. Цикл многоступенчатого компрессора.
21. Устройство и принцип работы лопаточных компрессоров
22. Цикл ДВС. Цикл поршневого двигателя с подводом теплоты при  $V = \text{const}$
23. Цикл поршневого двигателя с подводом теплоты при  $P = \text{const}$
24. Цикл поршневого двигателя с подводом теплоты по смешанному циклу.
25. Цикл газотурбинной установки.
26. Циклы холодильных установок.
27. Цикл паросиловой установки.



28. Циклы паросиловых установок. Регенеративный цикл.
29. Циклы паросиловых установок. Цикл с подогревателями воды.
30. Циклы паросиловых установок. Цикл с промежуточным перегревом пара.
31. Схема ТЭЦ с турбинами с отбором пара. Два вида.
32. Схема ТЭЦ с противодавлением.
33. Понятие теплофикации. Схема с ухудшенным вакуумом.
34. Элементарные и сложные виды теплообмена.
35. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Конвективный теплообмен. Формула Ньютона. Коэффициент теплоотдачи.
36. Теплопроводность плоской однослойной стенки.
37. Теплопроводность плоской многослойной стенки.
38. Теплопроводность цилиндрической однослойной стенки.
39. Теплопроводность цилиндрической многослойной стенки.
40. Теплопередача плоской однослойной стенки.
41. Теплопередача плоской многослойной стенки.
42. Теплопередача цилиндрической однослойной стенки.
43. Теплопередача цилиндрической многослойной стенки.
44. Физическая сущность явления теплоотдачи.
45. Факторы, влияющие на интенсивность теплоотдачи.
46. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя в трубах и каналах.
47. Теплоотдача при вынужденном внешнем обтекании тел теплоносителем.
48. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя.
49. Интенсификация процессов теплопередачи.
50. Теплопередача через оребренную стенку.

**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 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
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.	4	10
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	5	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	6	20
Экзамен	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

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

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

Научная электронная библиотека -КиберЛенинка - <https://cyberleninka.ru/>

Сетевые ресурсы КФУ - <http://kpfu.ru/library/setevye-resursy>

Электронный каталог КФУ - <https://kpfu.ru/chelny/study/library/elektronnyj-katalog>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-в команде "Microsoft Teams";</li> <li>-в Виртуальной аудитории.</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Перед выполнением заданий лабораторных работ студент должен: - внимательно прочитать цель и задачи занятия, - ознакомиться с требованиями к уровню подготовки в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения, - прочитать краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме лабораторной работы, - ответить на вопросы для закрепления теоретического материала. Каждую лабораторную работу студент должен выполнять в соответствии с прилагаемой инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной в данном сборнике методике. Отчет по лабораторной работе студент должен выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.</p> <p>Лабораторные занятия могут проводиться в аудиториях института или с применением дистанционных образовательных технологий.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: -в команде "Microsoft Teams"; -в Виртуальной аудитории.</p> <p>При проведении занятия дистанционно студенты получают данные лабораторных исследований для дальнейшего анализа и обработки. После загрузки готовых лабораторных работ, производится устная защита работ по контрольным вопросам.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельные работы студентов заключаются в изучении лекционного материала, подготовка к устному опросу, подготовка к сдаче лабораторной работы, подготовка доклада и презентации и реферата по темам выданным преподавателем. При подготовке занятиям, студент должен ознакомиться не только с основной, но и дополнительной литературой, а также с последними публикациями по этой тематике в сети Интернет. Необходимо подготовить текст доклада и иллюстративный материал в виде презентации. Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя(файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя.Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
устный опрос	<p>Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса.</p> <p>Помимо основного материала студент должен изучить дополнительную рекомендованную литературу и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов.</p> <p>Устный опрос проводится во время проведения лекции, в ходе лабораторных и практических занятий, при сдаче рефератов. Целью опроса является определение остаточных знаний у студентов.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: -в команде "Microsoft Teams"; -в Виртуальной аудитории.</p>
тестирование	<p>Тесты- это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов.</p> <p>При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>готовясь к тестированию, проработайте информационный материал по дисциплине. Проконсультируйтесь с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;</li> <li>четко выясните все условия тестирования заранее. Вы должны знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.</li> <li>приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;</li> <li>в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.</li> <li>если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.</li> <li>обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.</li> </ol> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: -в команде "Microsoft Teams"; -в Виртуальной аудитории.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
письменное домашнее задание	<p>Письменное домашнее задание студенты готовят индивидуально, является домашним заданием. К указанному сроку студенты должны подготовить презентацию, доклад и защита презентации устным докладом. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-в команде "Microsoft Teams";</li> <li>-в Виртуальной аудитории.</li> </ul>
экзамен	<p>Готовиться к экзамену необходимо последовательно, с учетом экзаменационных вопросов, разработанных ведущим преподавателем кафедры. При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на практических занятиях, а также составить письменные или устные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-в команде "Microsoft Teams";</li> <li>-в Виртуальной аудитории.</li> </ul>

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

#### 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 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" и профилю подготовки "Холодильная техника и системы жизнеобеспечения".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.11 Техническая термодинамика

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 16.03.03 - Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль подготовки: Холодильная техника и системы жизнеобеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Епифанов В.С. Термодинамика : учебное пособие / В.С. Епифанов, А.М. Степанов. - Москва: Альтаир-МГАВТ, 2015. - 88 с. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/522648> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
2. Новиков И. И. Термодинамика : учебное пособие / И. И. Новиков. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-0987-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/286> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
3. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 192 с. - ISBN 978-5-8114-2575-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/96253> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
4. Семенов Ю.П. Теплотехника: учебник / Ю.П. Семенов, А.Б. Левин - 2 изд. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-16-010104-0. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/470503> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
5. Кудинов В. А. Теплотехника: учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - Москва: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с. - ISBN 978-5-905554-80-3. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/486472> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники/ В. И. Ляшков - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с. ISBN 978-5-905554-85-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/496993> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
2. Брюханов О.Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. - Москва: НИЦ Инфра-М, 2013. - 254 с. ISBN 978-5-16-005354-7 - URL: <http://znanium.com/catalog/product/389943> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
3. Кудинов А. А. Тепломассообмен: учебное пособие/ А. А. Кудинов - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 375 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009965-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/463148> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
4. Барилевич В. А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005771-2 - URL: <http://znanium.com/catalog/product/356818> (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
5. Видин Ю.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: учебное пособие / Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов - Красноярск: СФУ, 2015. - 370 с.: ISBN 978-5-7638-3302-7 - URL: <http://znanium.com/catalog/product/967810>. (дата обращения: 30.07.2020). - Текст : электронный.
6. Дзюзер В. Я. Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие / В. Я. Дзюзер. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1949-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93750> (дата обращения: 07.08.2020). - Текст : электронный



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.11 Техническая термодинамика

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 16.03.03 - Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль подготовки: Холодильная техника и системы жизнеобеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.