

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.

Программа дисциплины

Основы термодинамики и тепломассообмена Б1.В.ОД.13

Направление подготовки: 15.03.02 - Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Габдрахманов А.Т.

Рецензент(ы): Шафигуллин Л.Н.

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.

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. Габдрахманов А.Т. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), ATGabdrahmanov@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-15	умением выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин
ПК-5	способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования
ПК-7	умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- Физические процессы, протекающие в тепловых машинах и теплообменных устройствах;
- Закономерности распространения теплоты в пространстве;
- Основные аналитические зависимости и математические модели тепловых машин;

Должен уметь:

- Разрабатывать структурные схемы тепловых машин;
- Проводить термодинамический анализ циклов;
- Рассчитывать теплотери оборудования.

Должен владеть:

иметь навыки работы с лабораторным оборудованием. Проводить теплотехнические измерения, обрабатывать результаты измерений с применением компьютерной техники.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.02 "Технологические машины и оборудование (Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 4 курсе в 7 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 - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен 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. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело.	7	2	2	2	5
2.	Тема 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс.	7	2	2	2	10
3.	Тема 3. Реальные газы и пар. Теплоемкость газов. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	7	2	2	2	4
4.	Тема 4. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок	7	2	2	2	4
5.	Тема 5. Термодинамические процессы при высоких температурах	7	2	2	2	5
6.	Тема 6. Раздел 2. Тепломассообмен. Основные понятия и определения.	7	2	2	2	4
7.	Тема 7. Теплопроводность при стационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности.	7	2	2	2	4
8.	Тема 8. Конвективный теплообмен. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплообмен излучением. Теплопередача при переменных температурах. Интенсификация теплообмена	7	2	2	2	0
9.	Тема 9. Паросиловые установки. Схемы ТЭЦ.	7	2	2	2	18
	Итого		18	18	18	54

4.2 Содержание дисциплины

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 теплоемкости. 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 высоких температурах

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.

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".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "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 удаленного 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
Семестр 7			
Текущий контроль			
1	Устный опрос	ПК-15	1. Введение. Основные понятия и определения. Рабочее тело. 2. Первый закон термодинамики; Второй закон термодинамики. Термодинамические процессы. Политропный процесс.
2	Контрольная работа	ПК-7	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
3	Письменная работа	ПК-5	5. Термодинамические процессы при высоких температурах 6. Раздел 2. Тепломассообмен. Основные понятия и определения. 7. Теплопроводность при стационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности.
Экзамен		ПК-15, ПК-5, ПК-7	

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 7					
Текущий контроль					
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.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная 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.	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
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 7

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2

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.

2. Контрольная работа

Темы 3, 4

1. Определить абсолютное давление в паровом котле, если манометр показывает 0,2 МПа, а атмосферное давление равно 755 мм рт. ст.
2. Плотность смеси азота и углекислого газа при давлении 1,4 бар и температуре 45 °С равна 2 кг/м³. Определить массовый состав смеси.
3. Вычислить среднюю массовую теплоемкость при постоянном давлении C_{pm} для CO₂ в интервале температур от $t_1 = 200$ °С до $t_2 = 500$ °С.
4. Разрежение в газоходе парового котла, измеряемое тягомером, равно 15 мм.вод.ст. Определить абсолютное давление газов, если показание барометра 730 мм рт. ст., и выразить его в МПа.
5. В резервуаре объемом 10 м³ находится газовая смесь, состоящая из 5 кг кислорода и 35 кг азота. Температура смеси равна 27 °С. Определить парциальные давления компонентов смеси.
6. Определить диаметр воздуховода для подачи 100 кг/ч воздуха при абсолютном давлении 1,15 бар, если температура этого воздуха 22 °С. Скорость воздуха в воздуховоде равна 8 м/с.
7. В резервуаре объемом 10 м³ находится газовая смесь, состоящая из 5 кг кислорода и 35 кг азота. Температура смеси равна 27 °С. Определить парциальные давления компонентов смеси.
8. Чему равна масса V м³ водорода, кислорода и углекислого газа, если $P_{ман} = 6$ кгс/см²; $P_{бар} = 750$ мм рт. ст.; $t = 100$ °С. Объем газа V равен 1 м³.
9. Плотность смеси азота и углекислого газа при давлении 1,4 бар и температуре 45 °С равна 2 кг/м³. Определить массовый состав смеси.
10. Объемный состав газообразного топлива следующий: H₂ = 10 %, CH₄ = 90%. Определить среднюю молекулярную массу и газовую постоянную смеси.

3. Письменная работа

Темы 5, 6, 7

1. Современные тепловые двигатели.
2. Конструктивные особенности ДВС.
3. Виды ДВС.
4. Современные двигатели внутреннего сгорания.
5. Конструктивные особенности современных двигателей.
6. Способы повышения кпд дизельных двигателей.
7. Способы повышения кпд бензиновых двигателей.
8. Преимущества двигателя с интеркуллером.
9. Термодинамические процессы при высоких температурах
10. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при $P = \text{const}$.

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 $V = \text{const}$

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
Семестр 7			
Текущий контроль			
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
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
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
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Епифанов, В.С. Термодинамика [Электронный ресурс] / В.С. Епифанов, А.М. Степанов. - М.: Альтаир-МГАВТ, 2015. - 88 с. <http://znanium.com/catalog/product/522648>
2. Крайнов, А.В. Термодинамика и теплопередача. Ч. 1: Термодинамика : учеб. пособие / А.В. Крайнов, Е.Н. Пашков ; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. - 160 с. - ISBN 978-5-4387-0769-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1043902>.
3. Семенов Ю.П. Теплотехника: Учебник/Ю.П.Семенов, А.Б.Левин - 2 изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. -400 с. ISBN 978-5-16-010104-0, 500 экз. <http://znanium.com/catalog/product/470503>

4. Стефанюк Е.В. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с. ISBN 978-5-905554-80-3 <http://znanium.com/catalog/product/486472>

7.2. Дополнительная литература:

1. Теоретические основы теплотехники/Ляшков В. И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с. ISBN 978-5-905554-85-8 <http://znanium.com/catalog/product/496993>
2. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 254 с. - (Среднее профессиональное образование). - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1046933>.
3. Тепломассообмен: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 375 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-011093-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/512522>.
4. Видин Ю.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: Учебное пособие / Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов - Краснояр.:СФУ, 2015. - 370 с.: ISBN 978-5-7638-3302-7 <http://znanium.com/catalog/product/967810>.

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

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

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

Электронная библиотека ? Всё для студента - <http://www.twirpx.com/library/>

Электронные библиотеки - <https://e.lanbook.com>

Электронные библиотеки - <http://znanium.com>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	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.
практические занятия	Во время практических занятий студенты решают типовые задачи по методическим указаниям для практических задач. Решение задач проходит индивидуально, за каждую решенную задачу студенту присваивается балл. Количество баллов зависит от количества решенных задач за семестр. При подготовке к практическим занятиям студент должен придерживаться следующей технологии: 1. внимательно изучить основные вопросы темы и план практического занятия, определить место темы занятия в общем содержании, ее связь с другими темами; 2. найти и проработать соответствующие разделы в рекомендованных нормативных документах, учебниках и дополнительной литературе; 3. после ознакомления с теоретическим материалом ответить на вопросы для самопроверки;
лабораторные работы	Лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях, где находятся лабораторные установки. В первой половине пары студенты после изучения методического пособия по проведению лабораторных работ производят эксперименты на установках и составляют протокол измерений. Далее студенты оформляют отчет проведения лабораторной работы в состав которого входит: теоретическая часть, экспериментальная часть, расчетная часть и вывод. После выполнения данных действий студент защищает данную работу.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	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.
устный опрос	Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса. Помимо основного материала студент должен изучить дополнительную рекомендованную литературу и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. Устный опрос проводится во время проведения лекции, в ходе лабораторных и практических занятий, при сдаче рефератов. Целью опроса является определение остаточных знаний у студентов.
контрольная работа	Структура контрольной работы: - титульный лист, - содержание контрольной работы, - основная часть контрольной работы, - выводы по работе, - список использованной литературы. Объем контрольной работы до 15 страниц машинописного текста через 1.5 интервала. В контрольной работе должно быть отражено умение систематизировать, анализировать, обобщать, делать выводы и связывать теоретические знания с практикой. В контрольной работе должны активно использоваться не менее 3 источников.
письменная работа	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.
экзамен	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.

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

Освоение дисциплины "Основы термодинамики и тепломассообмена" 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

Браузер Google Chrome

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 "Основы термодинамики и тепломассообмена" 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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 15.03.02 "Технологические машины и оборудование" и профилю подготовки Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика .