

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП _____ Ю.Н. Волошин

«_____» _____ 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____ Н.В. Черкесова

«_____» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теплотехника»

Направление подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль подготовки
Машины и аппараты пищевых производств

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Теплотехника» / сост. Волошин Ю.Н.– Нальчик: КБГУ, 2022. – 27 с

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины обязательной части блока Б1 общепрофессионального модуля по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» в 6 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №728 от 9 августа 2021 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5. Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации	9
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	19
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	23
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	25
9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	26

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью дисциплины «Теплотехника» является изучение общих законов термодинамики, переноса теплоты и технических приложений физических процессов переноса

Задачи изучения дисциплины

- изучение основ термодинамики;
- изучение основ тепло- и массопереноса;
- изучение тепловых процессов в технологическом оборудовании пищевых производств.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 общепрофессионального модуля подготовки бакалавров по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» по профилю «Машины и аппараты пищевых производств»

Для освоения дисциплины требуются знания по ранее изученным дисциплинам «Математика», «Цифровые и информационно-коммуникационные технологии», Физика» и «Химия». Данная дисциплина будет полезна при изучении последующих дисциплин: процессы и аппараты пищевых производств, технология пищевого машиностроения, проектирование технологического оборудования, расчет и конструирование деталей и узлов пищевого оборудования, печи хлебопекарного и кондитерского производства, холодильная техника и технология, физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ФГОС ВО:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Способен выделять основные области естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности

ОПК-1.2 Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественнонаучных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования

ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования и изготовления

ОПК-12.1 Способен обладать базовым комплексом знаний по основным свойствам и показателям надежности технологических машин и оборудования

ОПК-12.2 Способен знать и использовать методики обеспечения требуемого уровня надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные теплофизические свойства жидкостей, газов и твердых тел **(31)**;
- основные законы статики и термодинамики газов и паров **(32)**;
- основные законы тепло- и массопереноса в твердых и влажных капиллярно-пористых телах **(33)**;

- основные законы теплопередачи (34);
- тепловые процессы в технологическом оборудовании (35).
- основы теории надежности и её обеспечения на этапах жизненного цикла оборудования в приложении к тепловым процессам (36);

уметь:

- применять основные законы термодинамики тепло- и массопереноса в тепловых расчетах (У1);
- использовать основные законы теплопередачи в расчетах теплового оборудования (У2);
- производить расчёты теплового баланса теплообменных установок (У3);
- использовать теорию надежности для обеспечения надежности оборудования на всех этапах его жизненного цикла в приложении к тепловым процессам (У4).
- **владеть:**
 - методологией теоретических расчетов по технической термодинамике и теплопередаче (В1);
 - методологией прикладных расчетов тепловых установок (В2);
 - методами расчётов тепловых балансов теплообменных установок (В3);
 - методами расчётов надежности оборудования на всех этапах его жизненного цикла в приложении к тепловым процессам (В4);

4. Содержание и структура дисциплины

4. 1. Содержание дисциплины

№№ разд	Наименование	Содержание	Формы контроля
1	Техническая термодинамика		ЛР, ПР Т, К, З
1.1	Основные понятия и определения, параметры состояния термодинамической системы	Термодинамическая система, рабочее тело, равновесное и неравновесное состояние. Интенсивные и экстенсивные параметры термодинамической системы.	
1.2	Законы идеальных газов, газовые смеси	Идеальный газ. Законы Бойля-Мариотта, Гей - Люссака, Шарля, Авогадро, уравнение Клапейрона-Менделеева. Закон Дальтона	
1.3	Первый закон термодинамики	Первый закон термодинамики для закрытых систем, тепловые диаграммы, первый закон термодинамики для открытых систем. Первый закон термодинамики для различных теплотехнических устройств	
1.4	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы, графический анализ процессов, расчетные формулы	
1.5	Второй закон термодинамики	Круговые процессы, формулировки второго закона термодинамики. Прямой и обратный цикл Кар-	

		но. Эксергия	
1.6	Идеальные циклы тепловых двигателей и установок	Циклы Отто, Дизеля, Тринклера, сравнение циклов двигателей внутреннего сгорания. Цикл идеального компрессора, одноступенчатое и многоступенчатое сжатие. Цикл воздушно-компрессорной холодильной установки	
1.7	Реальные газы, водяной пар, паросиловые установки	Уравнение состояния реальных газов, процесс парообразования, диаграмма водяного пара, параметры и функции состояния водяного пара, диаграмма водяного пара. Цикл Ренкина	
1.8	Влажный воздух	Основные понятия и определения влажного воздуха, $i-d$ диаграмма влажного воздуха	
1.9	Преобразование энергии при движении газа	Основные понятия и определения потока, уравнения потока, дросселирование газов	
2	Тепло- и массоперенос		ЛР, ПР Т, К, З
2.1	Теплопроводность	Основные понятия и определения, закон Фурье, стационарная теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке, цилиндрической и шаровой стенке. Нестационарная теплопроводность	
2.2	Конвективный теплообмен	Основные понятия и определения, закон Ньютона, течение газов, пограничный слой. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Теория подобия, основные понятия и определения, теоремы подобия, критерии подобия. Обобщенное уравнение конвективного теплообмена, теплоотдача при свободном и вынужденном движении газа (жидкости).	
2.3	Теплообмен излучением	Основные понятия и определения. Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Теплообмен излучения между твердыми телами, теплообмен излучения между газом и твердой стенкой	
2.4	Теплопередача	Основные понятия и определения. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую стенку, теплопередача через цилиндрическую стенку	
2.5	Тепло- и массоперенос во влажных капиллярно-пористых телах	Основные понятия и определения. Первый закон Фика, дифференциальное уравнение диффузии в неподвижной среде. Влагопроводность и термо-влагопроводность, молекулярный и конвективный массообмен. Числа подобия при конвективном массообмене.	
2.6	Тепловые процессы в технологическом оборудовании	Основные понятия и определения. Топливо и процессы горения. Устройства для сжигания топлива. Теплообменные устройства, тепловой ба-	

		ланс теплообменных аппаратов (подогреватели, испарители, конденсаторы). Общий принцип расчета рекуперативных теплообменников. Интенсификация теплообмена. Устройства для получения горячего пара и воды.	
Формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), защита практической работы (ПР), тестирование (Т), коллоквиум (К), зачет (З),			

4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (108 часов).

Вид работы	Трудоемкость, час
	6 семестр
Общая трудоемкость	108
Контактная работа:	45
<i>Лекции (Л)</i>	15
<i>Практические работы (ПЗ)</i>	15
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	15
Самостоятельная работа, в том числе контактная	54
Самостоятельное изучение разделов	32
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	20
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой

4.3. Лекционные занятия.

№ п/п	Тема
1	Термодинамические системы, идеальный газ, законы идеальных газов, газовые смеси
2	Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах
3	Второй закон термодинамики. Идеальные циклы тепловых двигателей и установок
4	Реальные газы, водяной пар, паросиловые установки. Влажный воздух
5	Теплопроводность, конвективный теплообмен
6	Теплообмен излучением, теплопередача
7	Тепло- и массоперенос во влажных капиллярно-пористых телах
8	Тепловые процессы в технологическом оборудовании

4.4. Лабораторные работы

№№ лаб	Наименование лабораторных работ
1	Методы и приборы для измерения давления
2	Методы и приборы для измерения температуры
3	Определение зависимости между температурой и давлением насыщенного водяного пара
4	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов в стационарном режиме методом пластин.
5	Определение теплофизических характеристик материалов в квазистационарном режиме комплексным методом.
6	Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции воздуха.
7	Исследование лучистого теплообмена.

4.5. Практические занятия

№№ разд	Темы занятий
1	Исследование термодинамических процессов идеального газа
2	Исследование термодинамических процессов водяного пара
3	Теплопередача тел простейшей формы
4	Теплообменные аппараты
5	Циклы тепловых двигателей
6	Циклы холодильных установок

4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Расчетные формулы термодинамических процессов идеальных газов в закрытых системах
2	Тепловой насос
3	Эксергия
4	Мертвое пространство компрессора.
5	Многоступенчатое сжатие в компрессоре
6	Цикл воздушно-компрессорной холодильной установки
7	T-s и i-s диаграммы водяного пара
8	Преобразование энергии при движении газа
9	Стационарная теплопроводность цилиндрической и шаровой стенки
10	Теплопередача через цилиндрическую стенку
11	Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена
12	Перенос вещества за счет молекулярной и турбулентной диффузии
13	Смесительные теплообменники и теплообменники с внутренними источниками тепла
14	Интенсификация теплообмена

5 Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «**знать**», «**уметь**», «**владеть**», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всех этапов изучения дисциплины в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий и рубежный контроль, промежуточная аттестация.**

5.1 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Теплотехника» и осуществляется в виде ответов на теоретические вопросы дисциплины и выполнения расчетных работ на практических занятиях, выполнения лабораторных работ.

Практические занятия (контролируемые компетенции и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Способен выделять основные области естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности

ОПК-1.2 Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественнонаучных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования

ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования и изготовления

ОПК-12.1 Способен обладать базовым комплексом знаний по основным свойствам и показателям надежности технологических машин и оборудования

ОПК-12.2 Способен знать и использовать методики обеспечения требуемого уровня надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации

К каждой точке рубежного контроля студент должен выполнить одну практическую работу из фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), за что ему максимально может быть начислено 3 балла.

Лабораторные работы (контролируемые компетенции и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Способен выделять основные области естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности

ОПК-1.2 Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественнонаучных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования

ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования и изготовления

ОПК-12.1 Способен обладать базовым комплексом знаний по основным свойствам и показателям надежности технологических машин и оборудования

ОПК-12.2 Способен знать и использовать методики обеспечения требуемого уровня надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации

К каждой точке рубежного контроля студент должен выполнить **две лабораторные работы** из фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), за что ему максимально может быть начислено 3 балла.

5.2 Оценочные материалы для рубежного контроля успеваемости

В рамках балльно-рейтинговых мероприятий студент трижды в семестр проходит рубежный контроль в форме работ, которые включают коллоквиум и тестирование, на которые отводится 12 баллов на одну точку рубежного контроля.

Коллоквиум (контролируемые компетенции и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО):

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Способен выделять основные области естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности

ОПК-1.2 Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественнонаучных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования

ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования и изготовления

ОПК-12.1 Способен обладать базовым комплексом знаний по основным свойствам и показателям надежности технологических машин и оборудования

ОПК-12.2 Способен знать и использовать методики обеспечения требуемого уровня надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации

Рубежный контроль №1 (Вопросы 1-39 вопросов к зачету)

Рубежный контроль №2 (Вопросы 40-65 вопросов к зачету)

Рубежный контроль №3 (Вопросы 66-98 вопросов к зачету)

Типовые тестовые задания (контролируемые компетенции и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО):

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Способен выделять основные области естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности

ОПК-1.2 Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественнонаучных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования

ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования и изготовления

ОПК-12.1 Способен обладать базовым комплексом знаний по основным свойствам и показателям надежности технологических машин и оборудования

ОПК-12.2 Способен знать и использовать методики обеспечения требуемого уровня надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС КБГУ – Открытый университет <http://www.openkbsu.ru>

В рамках балльно-рейтинговых мероприятий студент трижды в семестр проходит тестирование на компьютере. В зависимости от процента правильных ответов компьютер выставляет от 0 до 6 баллов.

Примеры типовых тестовых заданий

1 Техническая термодинамика базируется на основных законах (два ответа)

- + первом законе
- + втором законе
- третьем законе
- четвертом законе

2 Термодинамическая система, не обменивающаяся теплотой с окружающей средой, называется:

- открытой;
- закрытой;
- изолированной;
- + адиабатной.

3 Термодинамическая система, не обменивающаяся с окружающей средой веществом, называется:

- + закрытой;
- замкнутой;
- теплоизолированной;
- изолированной.

4 Термодинамическая система, не обменивающаяся с окружающей средой ни энергией, ни веществом, называется:

- адиабатной;
- закрытой;
- + замкнутой;
- теплоизолированной.

5 Термодинамический процесс, протекающий как в прямом, так и в обратном направлении называется:

- равновесным;
- + обратимым;

- неравновесным;
- необратимым.

6 Термодинамический процесс, в котором рабочее тело, пройдя ряд состояний, возвращается в начальное состояние, называется:

- необратимым;
- равновесным;
- + обратимым;
- неравновесным.

7 Термодинамическая система, которая может обмениваться со средой веществом – ###

- +открытая;

8 Рабочими телами технической термодинамики являются

- свободные электроны в металлах
- твердые тела
- жидкие тела
- + парогазообразные вещества

9 Термодинамическая система состоит из

- + рабочего тела
- теплорода
- объекта работы
- + источников тепла

10 Термодинамическая система будет в равновесном состоянии, если во всех ее точках будут:

- одинаковые масса и температура
- одинаковые масса и давление
- + одинаковые давление и температура

11 Газ, в котором можно пренебречь влиянием сил взаимодействия между молекулами и размерами самих молекул – – ###

- +идеальный;

12 Термодинамическим параметром состояния является ### давление;

- +абсолютное.

13 Мерой интенсивности теплового движения молекул является– ###

- +температура;

14 Первый закон термодинамики устанавливает количественное соотношение между

- массой, силой и ускорением тела
- расходом, скоростью и сечением потока
- + теплотой и работой в процессах взаимного преобразования
- электрическим напряжением, сопротивлением и силой тока
- градиентом температур, коэффициентом теплопроводности и тепловым потоком

15 При постоянной температуре удельные объемы газа обратно пропорциональны его давлениям:

- закон Гей-Люссака
- + закон Бойля-Мариотта
- закон Шарля

16 Уравнения состояния идеального газа:

- + $PV = mRT$
- $Pm = VRT$

– $PR = mVT$

17 Способы задания состава газовой смеси:

- + массовыми, объемными, мольными долями
- по химическому составу компонентов
- по количеству атомов, входящих в состав смеси компонентов
- по химической активности компонентов

18 Аналитическое выражение первого закона термодинамики:

– $PV = m \cdot R \cdot T$

– $P_1 \cdot V_1^K = P_2 \cdot V_2^K$

– $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$

+ $q = \Delta U + l$

19 Калорическими параметрами состояния являются

- теплота, работа, теплоёмкость
- + внутренняя энергия, энтальпия, энтропия
- молекулярная масса, парциальное давление, температура
- коэффициент Пуассона, показатель политропы, газовая постоянная

20 Какая величина остается постоянной в политропном процессе в идеальном газе?

- давление
- температура
- + теплоёмкость
- объём

21 Чему равен показатель политропы в изобарном процессе?

– $n = \pm \infty$

+ $n = 0$

– $n = 1$

– $n = k$

22 Если тепло к газу подводится, то энтропия

- уменьшается
- + увеличивается
- остается постоянной
- зависит от изменения температуры

23 При увеличении объёма газа работа

- + совершается
- затрачивается
- остается постоянной
- зависит от давления

Правильный ответ: 1

24 Двигатель, который позволял бы получать работу без энергетических затрат, называется ...

+ вечным двигателем первого рода

– холодильником

– тепловым насосом

– газовой турбиной

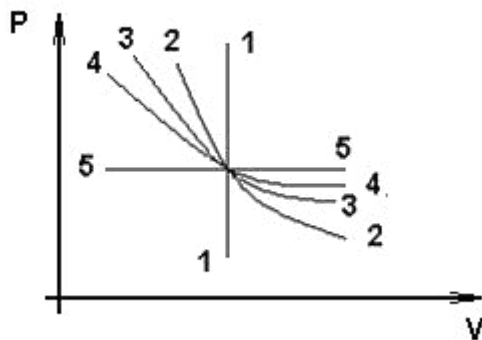
25 Сумма внутренней энергии системы и произведения давления на величину объема системы— ###
+энтальпия.

26 Цикл Карно состоит из
- двух изохорных и двух адиабат
- двух адиабат ,изохорного подвода и изобарного отвода тепла
+ двух изотерм и двух адиабат

27 По обратному циклу Карно работают:
– тепловые двигатели;
– паровые турбины;
– двигатели внутреннего сгорания;
+ холодильные установки.

28 По прямому циклу Карно работают:
+ тепловые двигатели;
– тепловые насосы;
– паровые турбины;

29 Процессу 5 – 5, показанному на графике, соответствует показатель политропы, равный ...



+ 0

– 1

– k

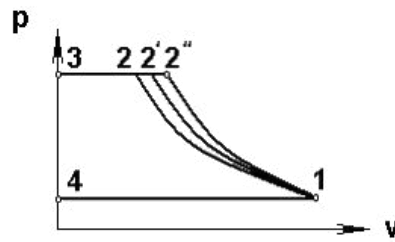
– $\pm \infty$

30 Процесс, обобщающие все основные термодинамические процессы— ###
+политропный;

31 Изоэнтропный процесс— ###
+адиабатный.

32 Теплота, подведенная в изохорном процессе, идет на
- совершение работы
- изменение энтальпии
- изменении энтропии
+ изменение внутренней энергии

33 Сжатие с наименьшей затратой работы в p – v координатах происходит по линии...



+ 1-2

- 1-2'

- 1-2''

- 1-4

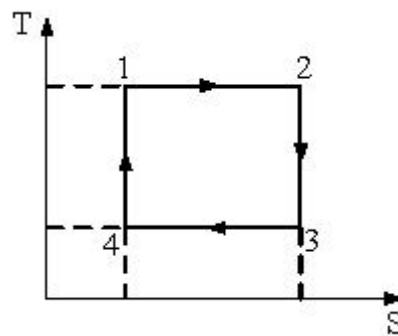
34 Теплота в изобарном процессе идет на (два ответа)

- изменение внутренней энергии
- совершение работы
- + совершение работы и изменение внутренней энергии
- + изменение энтальпии
- изменение энтропии

35 Сжатие с наименьшей затратой работы происходит по ...

- + изотерме
- изобаре
- адиабате
- изохоре

36 На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T,S), где S-энтропия. Адиабатное сжатие происходит на участке ...



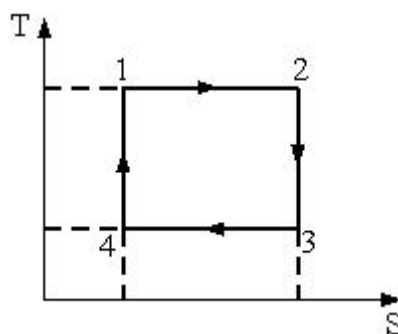
- 2 - 3

- 3 - 4

+ 4 - 1

- 1 - 2

37 На рисунке изображен цикл Карно в координатах (Т,S), где S-энтропия. Изотермическое сжатие происходит на этапе ...



- 2 – 3
- 4 – 1
- 3 – 4
- 1 – 2

38 Теплота, подведенная в изотермическом процессе идет на

- изменение внутренней энергии
- + на совершение работы
- на совершение работы и изменение внутренней энергии
- на изменение энтальпии
- на изменение энтропии

39 Теплота, подведенная в политропном процессе идет на

- изменение внутренней энергии
- совершение работы
- изменение энтальпии
- + изменение внутренней энергии и совершение работы

40 Работа, совершенная рабочим телом в изохорном процессе, равна

- изменению внутренней энергии
- теплоте
- + нулю
- изменению энтальпии

5.3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в устной форме в виде зачета с оценкой в 6 семестре. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

Вопросы к зачету с оценкой (контролируемые компетенции и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО):

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Способен выделять основные области естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности

ОПК-1.2 Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественнонаучных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования

ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования и изготовления

ОПК-12.1 Способен обладать базовым комплексом знаний по основным свойствам и показателям надежности технологических машин и оборудования

ОПК-12.2 Способен знать и использовать методики обеспечения требуемого уровня надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации

Вопросы к зачету с оценкой

1. Основные понятия и определения технической термодинамики
2. Параметры состояния термодинамической системы
3. Внутренняя энергия и энтальпия.
4. Энтропия
5. Идеальный газ, закон Бойля -Мариотта
6. Идеальный газ, закон Гей-Люссака
7. Идеальный газ, закон Шарля
8. Идеальный газ, закон Клапейрона-Менделеева
9. Газовые смеси, парциальное давление, закон Дальтона
10. Теплоёмкость, виды теплоемкости
11. Первый закон термодинамики для закрытых систем
12. Первый закон термодинамики для закрытых систем в P-V и T-S координатах
13. Первый закон термодинамики для открытых систем
14. Первый закон термодинамики для тепловых двигателей и теплообменных аппаратов
15. Первый закон термодинамики для сопел и диффузоров, дросселирование
16. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах-изохорный процесс
17. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах-изобарный процесс
18. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах-изотермический процесс
19. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах-адиабатный процесс
20. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах-политропный процесс
21. Графический анализ термодинамических процессов идеальных газов в закрытых системах
22. Расчетные формулы термодинамических процессов идеальных газов в закрытых системах
23. Круговые процессы в P-V координатах
23. Круговые процессы в T-S координатах
24. Второй закон термодинамики, основные формулировки
25. Прямой цикл Карно
26. Обратный цикл Карно
27. Тепловой насос
28. Эксергия
28. Цикл Отто
29. Цикл Дизеля
30. Цикл Тринклера
31. Сравнение циклов двигателей внутреннего сгорания

- 32 Цикл газотурбинной установки
- 33 Цикл идеального компрессора
- 34 Изотермическое одноступенчатое сжатие в идеальном компрессоре
- 35 Адиабатическое одноступенчатое сжатие в идеальном компрессоре.
- 36 Политропное одноступенчатое сжатие в идеальном компрессоре
- 37 Мертвое (вредное) пространство компрессора
- 38 Многоступенчатое сжатие
- 39 Цикл воздушно-компрессорной холодильной установки
- 40 Уравнение состояния для реальных газов
- 41 Процесс парообразования, основные определения
- 42 Диаграмма водяного пара в P - V координатах
- 43 Параметры и функции состояния влажного насыщенного водяного пара
- 44 Сухой насыщенный и перегретый пар
- 45 Диаграмма водяного пара в T - S координатах
- 46 Диаграмма водяного пара в i - S координатах
- 47 Паросиловые установки, Цикл Ренкина
- 48 Влажный воздух, основные определения и параметры
- 49 i - d диаграмма влажного воздуха
- 50 Преобразование энергии при движении газа
- 51 Дросселирование газов
- 52 Теплообмен, основные понятия и определения
- 53 Теплопроводность, основные понятия и определения, уравнение Фурье
- 54 Стационарная теплопроводность в однослойной плоской стенке
- 55 Стационарная теплопроводность в многослойной плоской стенке
- 56 Стационарная теплопроводность в цилиндрической стенке
- 57 Стационарная теплопроводность в шаровой стенке
- 58 Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности.
- 59 Конвективный теплообмен, основные понятия и определения, закон Ньютона
- 60 Виды течения, пограничный слой
- 61 Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена
- 62 Теория подобия, основные понятия и определения
- 63 Теоремы подобия
- 64 Критерии подобия
- 65 Обобщенное уравнение конвективного теплообмена
- 66 Теплоотдача при свободном движении жидкости (газа)
- 67 Теплоотдача при вынужденном движении жидкости (газа)
- 68 Движение жидкости (газа) в трубах (внутреннее обтекание)
- 69 Теплообмен излучением, основные понятия и определения
- 70 Закон Планка, закон Вина
- 71 Закон Стефана-Больцмана.
- 72 Закон Кирхгофа, Закон Ламберта
- 73 Теплообмен излучением между плоскими параллельными плоскостями
- 74 Теплообмен излучением при произвольном расположении тел в пространстве и нахождении одного тела в другом
- 75 Теплообмен излучением между двумя плоскими параллельными стенками и экраном между ними
- 76 Теплообмен излучением между газом и твердой стенкой
- 77 Теплопередача через плоскую однослойную стенку
- 78 Теплопередача через плоскую многослойную стенку

- 79 Теплопередача через цилиндрическую стенку
- 80 Формы связи влаги в капиллярно-пористых телах
- 81 Основные понятия диффузии, первый закон Фика (концентрационная диффузия)
- 82 Влагопроводность и термовлагопроводность
- 83 Молекулярная диффузия
- 84 Конвективная диффузия
- 85 Числа подобия при конвективном массообмене
- 86 Топливо и процессы горения
- 87 Устройства для сжигания топлива
- 88 Теплообменные устройства, классификация
- 89 Рекуперативные теплообменники.
- 90 Регенеративные теплообменники
- 91 Смесительные теплообменники и теплообменники с внутренними источниками тепла
- 92 Тепловой баланс подогревателей
- 93 Тепловой баланс испарителей
- 94 Тепловой баланс конденсаторов
- 95 Тепловой смесительных теплообменников
- 96 Общий принцип расчета рекуперативного теплообменника.
- 97 Способы интенсификации теплообмена
- 98 Установки для получения пара и горячей воды

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Индикатор компетенции	Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
ОПК-1.1 Способен выделять основные области естественно-научных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования для решения задач в профессиональной деятельности	Знать: - основные теплофизические свойства жидкостей, газов и твердых тел (31); - основные законы статики и термодинамики газов и паров (32);	Теплофизические свойства жидкостей, газов и твердых тел, их зависимость от температуры и давления. Основные законы статики и термодинамики газов и паров.	Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет

	Уметь; - применять основные законы термодинамики тепло- и массопереноса в тепловых расчетах (У1); - использовать основные законы теплопередачи в расчетах теплового оборудования (У2);	Основные уравнения термодинамики и теплопередачи в прикладных задачах расчета теплового оборудования пищевых производств	Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет
	Владеть: - методологией теоретических расчетов по технической термодинамике и теплопередаче (В1); - методологией прикладных расчетов тепловых установок (В2);	Методики теоретических расчетов по технической термодинамике и теплопередаче. Программы, методики, инструменты прикладных расчетов теплового оборудования пищевых производств	Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет
ОПК-1.2 Способен решать задачи в области пищевых производств и пищевого машиностроения с использованием методологии естественных и инженерных наук, методов физического и математического моделирования	Знать: - основные законы тепло- и массопереноса в твердых и влажных капиллярно-пористых телах (З3); - основные законы теплопередачи (З4); - тепловые процессы в технологическом оборудовании (З5).	Основные законы тепло- и массопереноса в твердых и влажных капиллярно-пористых телах, основные законы теплопередачи и тепловые процессы в технологическом оборудовании	Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет
	Уметь: - использовать основные законы теплопередачи в расчетах теплового оборудования (У2); - производить расчёты теплового баланса теплообменных установок (У3);	Методика и практические навыки прикладных расчетов тепловых установок; Методика и практические навыки расчёта теплового баланса теплообменных установок	Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет

	<p>Владеть</p> <p>-методологией прикладных расчетов тепловых установок (В2);</p> <p>- методами расчётов тепловых балансов теплообменных установок (В3);</p>	<p>Методика и практические навыки прикладных расчетов тепловых установок;</p> <p>Методика и практические навыки расчётов тепловых балансов теплообменных установок</p>	<p>Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет</p>
<p>ОПК-12.1 Способен обладать базовым комплексом знаний по основным свойствам и показателям надежности технологических машин и оборудования</p>	<p>Знать:</p> <p>- тепловые процессы в технологическом оборудовании (35).</p> <p>- основы теории надежности и её обеспечения на этапах жизненного цикла оборудования в приложении к тепловым процессам (36);.</p>	<p>Тепловые процессы в технологическом оборудовании Основы теории надежности, свойства и показатели надежности, законы распределения показателей надежности, физические основы тепловой надежности</p>	<p>Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет</p>
	<p>Уметь:</p> <p>- использовать теорию надежности для обеспечения надежности оборудования на всех этапах его жизненного цикла в приложении к тепловым процессам (У4).</p>	<p>Свойства и показатели надежности в приложении к тепловым процессам на всех этапах жизненного цикла оборудования пищевых производств</p>	<p>Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет</p>
	<p>Владеть</p> <p>- методами расчётов надежности оборудования на всех этапах его жизненного цикла в приложении к тепловым процессам (В4);.</p>	<p>Методики расчётов надежности оборудования на всех этапах его жизненного цикла в приложении к тепловым процессам</p>	<p>Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет</p>
<p>ОПК-12.2 Способен знать и использовать методики обеспечения требуемого уровня надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации</p>	<p>- основы теории надежности и её обеспечения на этапах жизненного цикла оборудования в приложении к тепловым процессам (34);.</p>	<p>Конструкции, принципы действия, расчет тепловых машин, компрессоров, холодильных установок с точки зрения тепловой надежности</p>	<p>Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет</p>
	<p>Уметь:</p> <p>-использовать теорию надежности для обеспе-</p>	<p>Программы, методики, инструменты расчета тепловых машин, компрессо-</p>	<p>Практическое занятие, лабораторная</p>

	чения надежности оборудования на всех этапах его жизненного цикла в приложении к тепловым процессам (У4).	ров, холодильных установок с точки зрения тепловой надежности	работа, коллоквиум, тестирование, зачет
	Владеть - методами расчётов надежности оборудования на всех этапах его жизненного цикла в приложении к тепловым процессам (В4);	Практические навыки расчета тепловых машин, компрессоров, холодильных установок с точки зрения тепловой надежности	Практическое занятие, лабораторная работа, коллоквиум, тестирование, зачет

6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
7	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ, реферата. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ, реферата. Выполнение, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ, реферата. Выполнение тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий, реферата. Выполнение тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «отлично».

6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 6 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)

7	<p>Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете не дал полного ответа ни на один вопрос.</p> <p>Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ только на один вопрос</p>	<p>Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса.</p> <p>Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на зачете не дал полного ответа ни на один вопрос.</p>	<p>Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй.</p> <p>имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ только на один вопрос.</p>	<p>Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p>
---	---	---	--	--

7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

№№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов
7.1. Основная литература	
1	Рудобашта С.П. Теплотехника. – М.: КолосС, 2010. - 599 с.
2	Теплотехника /Гуляев В.А., Вороненко Б.А., Корнюшко Л.М. и др.- СПб.: Издательство «РАПП», 2009.-352 с.
3	Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника. – СПб.:Издательство «Лань», 2020.-208 с.
4	Синявский Ю. В. Сборник задач по курсу «Теплотехника».– СПб.: Издательство «ГИОРД», 2010.-128 с.
5	Ерохин В.Г., Маханько М.Г. Сборник задач по основам гидравлики и теплотехники – М.: Книжный дом « Либроком», 2012. - 240 с.
6	Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С., Андреева М.В. Теплотехника. Практически курс. – СПб.:Издательство «Лань», 2017.-192 с.
7.2. Дополнительная литература	
1	Апальков А.Ф. Теплотехника. - Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2008.- 186 с.
2	Амерханов Р.А., Драганов Б.Х. Теплотехника. – М.: Энергоатомиз-

	дат, 2006. –432 с.
3	Теплотехника /Под ред. А.П. Баскакова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. –264 с.
4	Панкратов Г. П. Сборник задач по теплотехнике. – М.: Высш. школа, 2010.–128 с.
7.3. Учебно – методическая литература	
1	Жабелов А.Ж. Теплотехника. Часть I. Техническая термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Нальчик, 2002 г. http://www.lib.kbsu.ru
2	Жабелов А.Ж. Теплотехника. Лабораторный практикум. Часть II. Теплопередача. Нальчик, 2004г. http://www.lib.kbsu.ru
3	Жабелов А.Ж. Теплотехника Часть I. Техническая термодинамика. Методические указания по выполнению расчётно-графических работ. Нальчик. 2007г. http://www.lib.kbsu.ru
4	Жабелов А.Ж. Теплотехника. Методические указания к выполнению курсовой работы «Теоретический цикл паросиловой установки». Нальчик, 2006 г. http://www.lib.kbsu.ru
5	Жабелов А.Ж. Тепло и хладотехника. Методические указания к выполнению курсовой работы «Теоретический цикл парокомпрессионной холодильной установки». Нальчик, 2006 г. http://www.lib.kbsu.ru

7.4 Периодические издания

- 1 Журнал «Теоретическая теплотехника. Промышленная теплотехника»
- 2 Журнал «Теплоэнергетика»
- 3 Журнал «Промышленная энергетика»
- 4 Журнал «Теплоэнергетика и теплоснабжение»

7.5 Перечень электронных информационных баз данных

- 1 Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) <http://www.rupto.ru>.
- 2 Патентный поиск в РФ <http://www.freepatent.ru>.
- 3 ЭБД РГБ - Электронные версии полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>
- 4 Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) <http://elibrary.ru>
- 5 База данных Science Index (РИНЦ) <http://elibrary.ru>
- 6 «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») <http://www.studmedlib.ru>
- 7 ЭБС «IPR book» <http://iprbookshop.ru/>
- 8 ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- 9 Международная система библиографических ссылок Crossref Цифровая идентификация объектов (DOI) <https://www.crossref.org/webDeposit/>
- 10 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts>
- 11 Электронная библиотека научных публикаций. <http://elibrary.ru>
- 12 Открытый университет <http://www.openkbsu.ru>.
- 13 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <http://www.prlib.ru>
- 14 Научная библиотека КБГУ <http://lib.kbsu.ru>
- 15 СИС «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru>
- 16 СИС «Гарант» <http://www.garant.ru>.

7.6 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Наименование программы, право использования которой предоставляется
Лицензия на офисное программное обеспечение Мой Офис Стандартный
Лицензия на программное обеспечение средств антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1000-1500 Node 1 year Educational Renewal License (KL4863RAVFQ)
Права на программное обеспечение универсальная система для всестороннего статистического анализа и визуализации данных на 500 пользователей. Statistica Ultimate Academic for Windows 10 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия
Лицензия на программное обеспечение для работы с документами формата PDF Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1 (1-9) Education Named License 65297997BB01A12
7zip Архиватор

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для предоставления информации большой аудитории.

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
1	IBM PC – совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже Pentium IV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.
2	Мультимедийные средства.	Лекционные и практические занятия.	Демонстрация с ПК электронных презентаций, документов Word, электронных таблиц, графических изображений.
3	Лабораторное оборудование (экспериментальные установки-стенды для определения коэффициента теплопроводности твердых материалов в стационарном режиме, определения коэффициента теплоотдачи горизонтальной	Лабораторные занятия	Экспериментальные измерения основных и сложных параметров состояния рабочих тел, теплофизических свойств материалов и изучение тепловых устройств.

	трубы при свободной конвекции воздуха, исследования лучистого теплообмена, распределения температуры в круглом стержне конечной длины при одностороннем нагреве, климатическая камера, автоклав, термостат, стерилизатор, кондиционер, приборы и инструменты).		
--	--	--	--

9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Для самостоятельной работы студентов оборудована аудитория 145 главного учебного корпуса.

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины
в рабочую программу по дисциплине «Теплотехника» по направлению подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование на 20 -20 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Технология и оборудование автоматизированного производства»

протокол № от « » . 20 г.

Заведующий кафедрой

М.М. Яхутлов