

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра энергетики и технологии металлов



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

/ С.Н. Щербич /

«20» марта 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины  
ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**19.03.01 – Биотехнология**

Направленность:

**Биотехнология**

Формы обучения: очная, заочная, очно-заочная

Курган 2020

Рабочая программа дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Биотехнология (Биотехнология), утвержденными:

- для очной формы обучения «13» марта 2020 года;
- для заочной формы обучения «13» марта 2020 года;
- для очно-заочной формы обучения «13» марта 2020 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Энергетика и технология металлов» «19» 03 2020года, протокол № 7

Рабочую программу составил  
Доцент



В.А. Савельев

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Энергетика и технология металлов»



В.И. Мошкин

Заведующий кафедрой  
«Биология»



О.В. Козлов

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности



С.Н. Синецын

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 6 зачетных единицы трудоемкости (216 академических часов)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Лекции	16	16
Лабораторные работы	32	32
Практические занятия	32	32
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>136</b>	<b>136</b>
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	109	109
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
Лекции	4	4
Лабораторные работы	6	6
Практические занятия	4	4
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>202</b>	<b>202</b>
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	175	175
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

### Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Лекции	4	4
Лабораторные работы	8	8
Практические занятия	8	8
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>196</b>	<b>196</b>
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	169	169
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Техническая термодинамика и теплотехника» относится к базовой части дисциплин блока 1. Изучение дисциплины базируется на знаниях, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика,
- Математика,
- Механика,
- Информатика.

Знания, полученные при обучении по дисциплине необходимы для освоения последующих предметов: «Процессы и аппараты биотехнологии», «Безопасность эксплуатации биотехнологических установок», «Большой практикум по биотехнологии», «Методы биотехнологической очистки сред».

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью изучения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» является формирование у студентов представлений об устройстве, работе, схемах и составе тепловых машин и теплообменного оборудования биохимических производств и комплексов.

Задачами дисциплины являются:

- усвоение знаний законов термодинамики, термодинамических процессов, принципов работы тепловых машин, теории обмена тепловой энергией между физическими телами.
- умение анализировать термодинамические процессы, циклы тепловых машин и теплообменного оборудования биохимических производств и комплексов.
- владение методами расчета термодинамических и теплообменных процессов с использованием справочной литературы для обеспечения надёжности работы тепловых машин и оборудования биохимических производств.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования

информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать законы термодинамики, состав рабочих тел тепловых машин; термодинамические процессы, используемые в теплотехнических устройствах и машинах, законы теории теплообмена, виды топлива и методики расчета теплоты сгорания (ОПК-2);
- Уметь делать расчёты газовых смесей, рассчитывать и строить диаграммы термодинамических процессов термического оборудования, проводить эксперименты, выполнять расчеты по исследованию и модернизации тепловых машин и теплообменных аппаратов биохимических производств (ОПК-1);
- Владеть приёмами постановки и решения инженерных задач, формулирования теплоэнергетических проблем эксплуатации биохимических производств, навыками анализа показателей и результатов работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания химических аппаратов и оборудования (ОПК-4).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Основные понятия и законы термодинамики.	2	4	-
	2	Начала термодинамики. Термодинамические процессы.	2	6	8
	3	Циклы тепловых машин	4	4	8
	Рубежный контроль № 1			2	
Рубеж 2	4	Теория теплообмена.	2	2	
	5	Теплопроводность, конвекция, излучение.	2	6	8
	6	Теплопередача. Теплообменные аппараты.	4	6	8
	Рубежный контроль № 2			2	
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

#### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы

1	Основные понятия и законы термодинамики.	2		
2	Начала термодинамики. Термодинамические процессы.		2	2
3	Циклы тепловых машин			
4	Теория теплообмена.	2	2	
5	Теплопроводность, конвекция, излучение.			4
6	Теплопередача. Теплообменные аппараты.			
<b>Всего:</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

### Очно-заочная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Основные понятия и законы термодинамики.	2	-	-
	2	Начала термодинамики. Термодинамические процессы.		2	4
	3	Циклы тепловых машин		1	
	Рубежный контроль № 1			1	
Рубеж 2	4	Теория теплообмена.	2	-	
	5	Теплопроводность, конвекция, излучение.		2	4
	6	Теплопередача. Теплообменные аппараты.		1	
	Рубежный контроль № 2			1	
		<b>Всего</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

**Раздел 1.** Основные понятия и законы термодинамики.

Предмет технической термодинамики и ее методы. Рабочее тело. Термодинамическая система, параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение газового состояния. Газовые смеси.

**Раздел 2.** Начала термодинамики. Термодинамические процессы.

Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплота и работа как форма передачи энергии. Выражение работы и теплоты через

термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. Теплоемкость. Эксергия.

Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы в  $P, v$  и  $T, s$  координатах. Прямые и обратные циклы. Термический к.п.д. и холодильный коэффициент. Цикл Карно и его свойства.

### Раздел 3. Циклы тепловых машин

Термодинамические циклы тепловых машин. Циклы газотурбинных установок. Анализ циклов. Изображение циклов в диаграммах  $P, v$  и  $T, s$ . Термический к.п.д. цикла теплового двигателя.

Циклы двигателей внутреннего сгорания: циклы Отто, Дизеля, Тринклера. Степени сжатия, повышения давления, предварительного расширения – характеристики циклов ДВС.

Цикл паросиловой установки. Цикл Ренкина. Процесс парообразования. Виды пара: влажный насыщенный, сухой насыщенный, перегретый. Изображение процесса парообразования в системе координат  $P, v$  и  $T, s$ . Таблицы и диаграммы состояния водяного пара. Истечение и дросселирование пара и газа из сопла. Определение расхода и скорости истечения. Сопло Лаваля.

Устройство и работа поршневого компрессора. Термодинамический анализ работы компрессора. Индикаторная диаграмма. Изотермическое адиабатное и политропное сжатие. Термодинамическое обоснование многоступенчатого сжатия. Изображение в  $P, v$  и  $T, s$  диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах..

Устройство и работа холодильных машин. Обратный цикл Карно. Термодинамический цикл работы компрессионного холодильника. Тепловые насосы.

### Раздел 4. Теория теплообмена.

Основные понятия и определения обмена тепловой энергией между физическими телами. Значение теплообмена в производственных процессах. Виды теплообмена: теплопроводность, конвекция, излучение. Сложный теплообмен.

### Раздел 5. Теплопроводность, конвекция, излучение.

Основные положения учения о теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизм передачи тепла в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок при стационарном режиме.

Основные положения конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Основные положения теории пограничного слоя. Критерии подобия Нуссельта  $Nu$ , Рейнольдса  $Re$ , Грасгофа  $Gr$ , Прандля  $Pr$ . Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости.

Общие понятия и определения, физическая сущность теплового излучения. Коэффициенты отражения, поглощения, пропускания. Абсолютно черное тело. Основные законы излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Планка. Закон смещения Вина. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Защита от излучения. Экраны.

**Раздел 6. Теплопередача. Теплообменные аппараты.**

Теплопередача – процесс сложного теплообмена. Теплопередача через плоские, цилиндрические, однослойные и многослойные стенки. Определение коэффициента теплопередачи. Тепловой баланс, основные схемы движения и теплообмена потоков теплоносителей.

Классификация, конструкции и схемы теплообменных аппаратов. Основы расчета рекуперативных теплообменных аппаратов с прямоточным и противоточным движением теплоносителей.

#### 4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.		
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
2	Начала термодинамики. Термодинамические процессы.	Определение изобарной теплоемкости воздуха.	4	2	-
		Определение показателя адиабаты по измерению скорости звука в воздухе.	4		4
3	Циклы тепловых машин	Испытание компрессора	8		



5	Теплопроводность, конвекция, излучение.	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом цилиндрического слоя.	4	4	
		Определение коэффициента теплопроводности методом монотонного нагрева.	4		4
6	Теплопередача. Теплообменные аппараты.	Экспериментальное изучение конвективного теплообмена и составление критериального уравнения теплоотдачи горизонтальной трубы.	8		
<b>Всего:</b>			<b>32</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

#### 4.4. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практической работы	Норматив времени, час.		
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
1	Основные понятия и законы термодинамики.	Изучение законов термодинамики.	4	-	-

2	Начала термодинамики. Термодинамические процессы.	Расчеты Термодинамических процессов	6	2	2
3	Циклы тепловых машин	Расчеты циклов тепловых машин	4	-	1
Рубежный контроль №1 (4 семестр)			2	-	1
4	Теория теплообмена.	Изучение способов передачи теплоты	2	2	-
5	Теплопроводность, конвекция, излучение.	Расчеты теплопроводности, конвективного теплообмена, излучения.	6	-	2
6	Теплопередача. Теплообменные аппараты.	Расчеты теплообменных аппаратов	6	-	1
Рубежный контроль №2 (4 семестр)			2	-	1
<b>Всего</b>			<b>32</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной или практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения лабораторных и практических работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной или практической работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных и практических занятиях технологий развивающего обучения, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных и практических работ, защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных и практических работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной, очно-заочной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно

рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных и практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным и практическим работам, подготовку к рубежным контролям (для очной и очно-заочной форм обучения), подготовку к экзамену.

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.		
	Очная форма обучения	Очно- заочная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>75</b>	<b>157</b>	<b>170</b>
Основные понятия и законы термодинамики.	15	32	30
Начала термодинамики. Термодинамические процессы.	15	32	35
Циклы тепловых машин.	15	29	35
Теплопроводность, конвекция, излучение.	15	32	35
Теплопередача. Теплообменные аппараты.	15	32	35
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>
<b>Выполнение контрольной работы</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>136</b>	<b>196</b>	<b>202</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

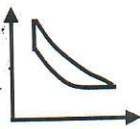
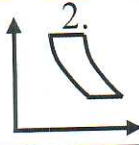
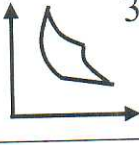
### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной и очно-заочной форм обучения).
2. Отчеты студентов по лабораторным и практическим работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной и очно-заочной форм обучения).

4. Контрольная работа (для заочной формы обучения)
5. Задания к практическим занятиям.
6. Вопросы к экзамену.

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание						
<b>Очная форма обучения</b>								
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Выполнение и защита отчетов по практическим работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	До 16	До 24	До 12	До 9	До 9	До 40
	Примечания:	8 лекций по 2 балла	До 4-ти баллов за лабораторную работу 6 л.р.-	До 2-х баллов за занятие 6 пр.р.	На 8-м практическом занятии	На 16-м практическом занятии		
<b>Очно-заочная форма обучения</b>								
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Выполнение и защита отчетов по практическим работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	До 4	До 20	До 24	До 11	До 11	До 40


6. Определить идеальный цикл карбюраторного двигателя (цикл Отто)	1.  2.  3. 
7. Какой процесс отражает формула $P \cdot V^n = const$ ?	1. накопления энергии 2. охлаждения 3. политропный
8. Чему равно отношение $\frac{c_p}{c_v}$ - ?	1. Re 2. k 3. Pr
9. Какова удельная работа газа в изотермическом процессе?	1. $p \cdot \partial \cdot V$ 2. $R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$ 3. $p \cdot V = const$
10. Какой цикл является эталонным?	1. Цикл Отто 2. Цикл Дизеля 3. Цикл Карно

Тестовые вопросы к рубежному контролю №2

вариант

1. Какая формула отображает градиент температуры?	1. $\frac{\partial t}{\partial n}$ 2. $\frac{\partial t}{\partial z}$ 3. $\frac{\partial t}{\partial \tau}$ 4. $\frac{\partial t}{\partial k}$
2. Какая формула описывает вектор плотности теплового потока?	1. $Q = -\lambda \cdot A \cdot \frac{\partial t}{\partial U}$ 2. $q = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n}$

	3. $Q = S \cdot V$
3. В каких единицах измеряется коэффициент теплопроводности?	1. $\frac{m^2}{c}$ 2. $\frac{Дж}{m^3 \cdot K}$ 3. $\frac{Вт}{m \cdot K}$
4. Какой критерий подобия описывается безразмерный коэффициент теплообмена?	1. Nu                      2. Re 3. Pr                      4. Fr 5. $\sigma_r$ 6. Pe 7. Eu                      8. Ne
5. Какая формула описывает вектор плотности теплового потока?	1. $Q = -\lambda \cdot A \cdot \frac{\partial t}{\partial U}$ 2. $q = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n}$ 3. $Q = S \cdot V$
6. Какие теплообменные аппараты называются рекуперативными?	1. аппараты перемешивающие теплоносители 2. передающие теплоту от одного теплоносителя к другому через стенку 3. нагревающие теплоноситель в котле
7. Абсолютно чёрное тело способно всю падающую на него энергию излучения...	1. Пропускать; 2. Поглощать; 3. Отражать; 4. Пропускать и отражать;
8. Степень черноты тела определяется по формуле...	1. $\varepsilon = A_0 \cdot E$ 2. $\varepsilon = \frac{E}{E_0}$ 3. $\varepsilon = \frac{q}{\varepsilon_0}$

9. Что такое теплоотдача?	1. Передача теплоты между теплоносителями через твердую стенку 2. Передача теплоты от твердой стенки к подвижной среде при разных температурах
10.Какая схема отображает теплообменный аппарат прямоточной системы?	

### Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Термодинамические системы и их классификация. Рабочее тело. Теплота и работа как формы передачи энергии. Параметры состояния. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы.
2. Газовые смеси. Способы задания состава смеси. Соотношение между массовыми и объёмными долями. Кажущаяся молекулярная масса. Газовая постоянная смеси. Парциальное давление компонента смеси.
3. Теплоёмкость. Массовая, объёмная теплоёмкость. Средняя и истинная теплоёмкость. Теплоёмкость при постоянном объёме. Теплоёмкость при постоянном давлении. Уравнение Майера. Зависимость теплоёмкости от температуры.
4. Первый закон термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Выражение теплоты и работы через термодинамические параметры состояния. Энтропия.
5. Анализ изохорного и изобарного процессов. Энтальпия. Изображение процессов на  $p, v$  и  $t, s$  диаграммах.
6. Анализ изотермического и адиабатного процессов. Изображение процессов на  $p, v$  и  $t, s$  диаграммах.
7. Анализ политропного процесса. Уравнение политропы. Изображение процесса на  $p, v$  и  $t, s$  – диаграммах.
8. Второй закон термодинамики. Основные формулировки. Циклы. Прямые и обратные циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
9. Цикл Карно. Термический КПД и холодильный коэффициент цикла Карно.
10. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Отто (подвод теплоты при  $v = \text{const}$ ). Анализ цикла. Изображение цикла в  $p, v$  и  $t, s$  – диаграммах. Индикаторная диаграмма.

11. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Дизеля (подвод теплоты при  $p = \text{const}$ ). Анализ цикла. Изображение цикла в  $p, v$  и  $t, s$  – диаграммах. Индикаторная диаграмма.
12. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Тринклера (смешанный цикл). Анализ цикла. Изображение цикла в  $p, v$  и  $t, s$  – диаграммах.
13. Циклы газотурбинных установок. Анализ циклов в  $p, v$  и  $t, s$  координатах.
14. Циклы реактивных двигателей. Бескомпрессорный, воздушный; турбовинтовой; жидкостный - ракетный.
15. Водяной пар. Основные определения. Фазовые переходы. Фазовые диаграммы. Тройная и критическая точки водяного пара
16. Термодинамические таблицы воды и водяного пара.  $h, s$  диаграммы воды и водяного пара. Расчёт процессов водяного пара с помощью таблиц и  $h, s$  диаграммы.
17. Дросселирование газов и паров.
18. Сопло Лавалю. Критический и сверхкритический расход пара.
19. Паросиловая установка. Принципиальная схема. Цикл Ренкина. Изображение цикла в  $p, v, t, s$  диаграммах. КПД цикла и его повышение.
20. Прямое преобразование тепловой энергии. МГД генераторы.
21. Теплофикационный цикл. Повышение КПД теплоэлектроцентралей.
22. Бинарные циклы тепловых машин.
23. Поршневой компрессор, принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Изображение цикла работы компрессора в  $p, v$  координатах.
24. Многоступенчатое сжатие. Центробежные компрессоры.
25. Влажный воздух. Основные определения.  $h, d$  диаграмма влажного воздуха. Процессы влажного воздуха.
26. Холодильные установки. Схема и цикл парокомпрессионной холодильной установки. Изображение цикла в  $t, s$  диаграмме. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность установки. Холодильные агенты и их свойства.
27. Теплообмен. Виды переноса теплоты. Основные понятия и определения.
28. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Градиент температуры. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условие однозначности.
29. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенках. Теплопроводность однослойной и многослойной цилиндрической стенках.
30. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрические стенки. Коэффициент теплопередачи.
31. Конвективный теплообмен. Особенности движения жидкостей и газов. Свободная и вынужденная конвекции. Уравнение Ньютона – Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
32. Основы теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
33. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах.
34. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы.



35. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Расчёт коэффициента теплоотдачи.
36. Теплообмен излучением. Общие понятия и определения. Основные законы теплового излучения.
37. Теплообмен излучением между телами, разделёнными прозрачной средой.
38. Теплообменные аппараты. Основные схемы движения теплоносителей в теплообменниках. Уравнение теплового баланса и теплопередачи. Средний температурный напор. Основы теплового расчёта теплообменных аппаратов.
39. Характеристики потребителей тепловой энергии на предприятиях отрасли. Факторы, влияющие на теплопотребление. Повышение эффективности использования теплоты на предприятиях отрасли.
40. Характеристики потребителей тепловой энергии на предприятиях отрасли. Факторы, влияющие на теплопотребление. Повышение эффективности использования теплоты на предприятиях отрасли.

## **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс]: Учеб. пособие для вузов / В.И. Ляшков. - М.: Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/> - Доступ из ЭБС «Консультант студента»

### **7.2. Дополнительная учебная литература**

1. . 1. Теплофикация и тепловые сети [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Е.Я. Соколов. - 9-е изд., стереот. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/> - Доступ из ЭБС «Консультант студента»
2. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/> - Доступ из ЭБС «znanium.com»
3. Основы технической термодинамики/ Овчинников Ю.В. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 292 с.: Доступ из ЭБС «znanium.com».
4. Техническая термодинамика и теплотехника: учебное пособие для вузов/Л.Т. Бахшиева, Б.П. Кандауров, А.А. Захарова, В.С. Салтыкова; под ред. А.А. Захаровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.

5. Баскаков А.П. Теплотехника /А.П. Баскаков, Б.В. Берг,О.К. Витт и др.: под ред. А.П. Баскакова. – М.: Энергоиздат, 1982.

6. Основы энергетики: учебник / Г.Ф. Быстрицкий. —3-е изд., стер. — М. : КНОРУС, 2012. — 352 с. — (Для бакалавров).ISBN 978-5-406-02166-8<https://studfiles.net/preview/3016367/>

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом цилиндрического слоя [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине: «Теплотехника» для студентов направления 190600.62 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра «Энергетика и технология металлов»; [сост.: В.А. Савельев]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 375 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2014. - 10 с.– Доступ из ЭБС КГУ.

2. Экспериментальное изучение конвективного теплообмена и составление критериального уравнения теплоотдачи горизонтальной трубы [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине: «Теплотехника» / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра «Энергетика и технология металлов»; [сост.: В.И. Боченин, А.Г. Ивашко, Г.А. Попов]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 375 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2010. - 20 с.– Доступ из ЭБС КГУ.

3. Определение теплоемкости воздуха (изобарной, изохорной), показателя адиабаты, энтальпии и внутренней энергии [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы №2 по курсу технической термодинамики и теплопередачи (теплотехники) для студентов специальностей 100400, 170600, 330100, 150100 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра энергетика и технологии металлов ; [сост.: Боченин В.И., Ивашко А.Г., Попов Г.А.]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 353 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2003. - 10 с. Доступ из ЭБС КГУ.

4. Определение показателя адиабаты по измерению скорости звука в воздухе [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы №3 по курсам теплотехники, термодинамики и теплопередачи для студентов специальностей 190201, 190202, 190601, 190603, 190702, 150202, 151002, 280100, 200503 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра энергетика и технологии металлов ; [сост.: Боченин В.И., Ивашко

А.Г., Попов Г.А.]. - Электрон.текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 211 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2010. - 13 с. Доступ из ЭБС КГУ.

5.Расчет потребности в тепловой энергии предприятия (цеха) на технологический процесс, отопление, горячее водоснабжение, вентиляцию и кондиционирование воздуха, а также потребный расход воды в системе водоснабжения. [Электронный ресурс]:методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Общая энергетика». / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра энергетике и технологии металлов; [сост.: Л.И. Дуроченко, Г.А. Попов].- Электрон.текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 199 Kb).- Курган:Издательство Курганского государственного университета 2004. - 21с.Доступ из ЭБС КГУ.

6.Теплотехника [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Теплотехника» для бакалавров направления 190600.62 (23.03.03) / Министерство образования и науки Российской Федерации [и др.]; [сост.: В. А. Савельев]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf; размер: 819 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2015. - 24, Доступ из ЭБС КГУ.

7.Савельев В.А. Определение холодильного коэффициента компрессионной холодильной установки. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Основы трансформации теплоты» - Курган, 2017. – 10 с.

8.Определение показателей холодильных установок: методические указания к самостоятельной работе по дисциплине: «Основы трансформации теплоты» - Курган, 2020. – 19 с.

9. Испытание поршневого компрессора. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Основы трансформации теплоты» - Курган, 2020. – 10 с.

## **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ;
2. www.mylect.ru - Лекции онлайн по дисциплине Техническая термодинамика.

## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Техническая термодинамика и теплотехника»**  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата  
**19.03.01– Биотехнология**  
Направленность:  
**Биотехнология**

Трудоемкость дисциплины: 6 ЗЕ (216 академических часов)  
Семестр: 4 (очная форма обучения),  
4(очно-заочная форма обучения),  
4 (заочная форма обучения)  
Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Теплотехника является общетехнической дисциплиной, которая занимает одно из важных мест в инженерной подготовке специалистов. Это связано с тем, что получение, использование и перенос тепловой энергии встречается во многих технических устройствах и технологических процессах современной техники. Освоение теории получения, преобразования и передачи теплоты поможет будущим специалистам правильно рассчитать тепловые процессы и аппараты, при необходимости спроектировать технологический аппарат, использующий тепловую энергию, определить оптимальный режим работы тепловых установок, теплообменных аппаратов и оборудования. Специалист по эксплуатации биотехнологических машин, аппаратов и оборудования должен уметь правильно формулировать и решать разнообразные прикладные задачи с использованием основных законов термодинамики и теплообмена.