

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

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ /Т.Р. Змызгова/
« » _____ 2024г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Техническая термодинамика
образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность

Энергообеспечение предприятий

Форма обучения: заочная

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность

Электроснабжение

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2024

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

- для заочной формы обучения «28» июня 2024года.
Электроэнергетика и электротехника, (электроснабжение) утвержденными:
- для очной формы обучения «28» июня 2024года.
- для заочной формы обучения «28» июня 2024года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «6» сентября 2024 года, протокол №1.

Рабочую программу составил
Доцент

В.А. Савельев

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«Цифровая энергетика»

В.И. Мошкин

Специалист по учебно – методической работе
учебно - методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник управления
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

1 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единиц трудоемкости (108 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		3
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	48	48
в том числе:		
Лекции	32	32
Лабораторные работы	16	16
Практические работы	-	-
Самостоятельная работа, всего часов	60	60
в том числе:		
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем, разделов дисциплины)	33	33
Подготовка к экзамену	27	27
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		4
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	8	8
в том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы	4	4
Практические работы	-	-
Самостоятельная работа, всего часов	100	100
в том числе:		
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем, разделов дисциплины)	55	55
Контрольная работа	18	18
Подготовка к экзамену	27	27
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к обязательной части блока 1 и является обязательной для обучающегося.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при освоении следующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Химия;
- Газодинамика.

Изучение указанной дисциплины необходимо для получения знаний, умения и навыков в последующих дисциплинах профессионального цикла.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Цель освоения учебной дисциплины «Техническая термодинамика» заключается в формировании знаний о фундаментальных законах осуществления тепловых процессов.

В задачи изучения дисциплины входят

- приобретения навыков анализа термодинамических систем;
- выработка практических навыков определения значения термодинамических характеристик рабочих тел и теплоносителей;
- получение навыков использования физико–математического аппарата для теоретического и экспериментального исследования, моделирования термодинамических процессов.

Компетенции, формируемые у учащихся в результате изучения дисциплины:

- способность демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспортирования теплоты в теплотехнических установках и системах (ОПК-4 направление 13.03.01).
- способность применять соответствующий физико–математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3 направление 13.03.02).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать основные законы термодинамики; способы преобразования тепловой энергии в работу, технологии, машины, аппараты и устройства, осуществляющие эти преобразования (ОПК-4 направление 13.03.01), (ОПК-3 направление 13.03.02).
- Уметь использовать основные методы анализа, теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов и циклов тепловых машин (ОПК-4 направление 13.03.01), (ОПК-3 направление 13.03.02).

- Владеть методиками проведения и обработки результатов теоретического и экспериментальных исследований; навыками использования источников информации для планирования, анализа и моделирования исследований технической термодинамики (ОПК-4 направление 13.03.01), (ОПК-3 направление 13.03.02).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Техническая термодинамика», оцениваются при помощи оценочных средств

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Техническая термодинамика», индикаторы достижения компетенций (ОПК-4 направление 13.03.01), (ОПК-3 направление 13.03.02), перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1	ИД-1 _{опк-4, опк-3}	Знать основные законы термодинамики; способы преобразования тепловой энергии в работу, технологии, машины, аппараты и устройства, осуществляющие эти преобразования	З (ИД-1 _{опк-4, опк-3})	Знать основные законы термодинамики; способы преобразования тепловой энергии в работу, технологии, машины, аппараты и устройства, осуществляющие эти преобразования	Вопросы для сдачи экзамена
2	ИД-2 _{опк-4, опк-3}	Уметь использовать основные методы анализа, теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов и циклов тепловых машин	У(ИД-2 _{опк-4, опк-3})	Уметь использовать основные методы анализа, теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов и циклов тепловых машин	Вопросы для сдачи экзамена
3	ИД-3 _{опк-4, опк-3}	Владеть методиками проведения и обработки результатов теоретического и экспериментальных исследований; навыками использования источников информации для планирования, анализа и моделирования исследо-	В (ИД-3 _{опк-4 опк-3,)}	Владеть методиками проведения и обработки результатов теоретического и экспериментальных исследований; навыками использования источников информации для планирования, анализа и моделирования исследований технической термодинамики	Вопросы для сдачи экзамена

		ваний техниче- ской термодина- мики			
--	--	---	--	--	--

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма обучения

4.1 Учебно-тематический план

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем					
		Лекции		Практич. занятия		Лабора- торные работы	
		О	З	О	З	О	З
		семестр		семестр		семестр	
		3	4	3	4	3	4
1	Основные понятия и законы. Газовые смеси.	4		-	-	-	-
2	Первое начало термодинамики.	2	2	-	-	2	-
3	Термодинамические процессы.	4	-	-	-	6	4
4	Второе начало термодинамики.	4	2	-	-	-	-
5	Вода и водяной пар. Термоди- намика газовых потоков. Влаж- ный воздух.	4	-	-	-	-	-
6	Работа компрессоров.	2	-	-	-	4	-
7	Циклы работы паротурбинных установок.	4	-	-	-	-	-
8	Циклы, газотурбинных устано- вок.	2	-	-	-	-	-
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	4	-	-	-	-	-
10	Циклы работы холодильных машин и тепловых насосов	2	-	-	-	4	-
Итого :		32	4	-	-	16	4

4.2. Содержание лекционных занятий.

1. Основные понятия и законы. Газовые смеси.

Термодинамическая система, её параметры, рабочее тело, термодинамический процесс Уравнение газового состояния. Массовые, объёмные и молярные концентрации газовых смесей. Расчеты газовых смесей.

2. Первое начало термодинамики.

Теплота и работа, внутренняя энергия термодинамической системы. Теплоёмкость.

Раздел 3. Термодинамические процессы.

Основные термодинамические процессы, их $P-v$, $T-s$ и $h-s$ диаграммы. Понятия энтальпия, энтропия процесса.

Раздел 4. Второе начало термодинамики.

Общая схема работы тепловой машины. Цикл Карно, термический КПД цикла. Теоретические циклы тепловых машин.

Раздел 5. Вода и водяной пар.

Термодинамика газовых потоков. Влажный воздух.

Фазовые переходы водяного пара и воды. $P-v$, $T-s$ и $h-s$ диаграммы водяного пара. Расчет процессов водяного пара с помощью таблиц и диаграмм. Дросселирование газов и паров. Сопло Лавалю. Абсолютная влажность, влагосодержание и относительная влажность воздуха. id - диаграмма Рамзина.

Раздел 6. Работа компрессоров.

Цикл и индикаторная диаграмма поршневого компрессора. Мощность и КПД компрессора. Центробежные компрессоры. Многоступенчатый компрессор.

Раздел 7. Циклы работы паротурбинных установок.

Принципиальная схема работы паросиловой установки. Цикл Ренкина. Технологические схемы паросиловых установок.

Раздел 8. Циклы газотурбинных установок.

Циклы ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении и объеме. Циклы двигателей летательных аппаратов. Изображение циклов ГТУ на $P-v$ и $T-s$ диаграммах.

Раздел 9. Циклы двигателей внутреннего сгорания.

Циклы ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме и давлении, смешанный цикл. Показатели работы степень сжатия ϵ , степень повышения давления λ , степень предварительного расширения ρ . Термические КПД циклов

Раздел 10. Циклы работы холодильных машин и тепловых насосов.

Компрессионные и абсорбционные холодильные машины. Тепловые насосы.

4.4. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
			0	3
			семестр	
			3	4
2.	Первое начало термодинамики.	Определение изобарной теплоемкости воздуха.	2	-
3.	Термодинамические процессы.	Определение показателя адиабаты воздуха.	4	4
РК	Рубежный контроль № 1		2	-
6	Работа компрессоров	Определение параметров работы компрессора.	4	-

10	Циклы работы холодильных машин и тепловых насосов.	Расчет холодильного коэффициента.	2	-
РК	Рубежный контроль № 2		2	-
Всего:			16	4

4.5 Контрольная работа (для заочной формы обучения)

Контрольная работа выполняется в соответствии с методическими указаниями к выполнению самостоятельной работы по курсу «Техническая термодинамика» для обучающихся специальностей 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника и 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к рубежному контролю, экзамену.

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 работы.

Залогом качественного выполнения лабораторных 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 работы, приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов по лабораторным работам.

Для текущего контроля успеваемости для очной формы обучения преподавателем используется балльно – рейтинговая система контроля и оценки академической успеваемости (очная форма обучения). Настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных работах, при проведении исследований и решении практических задач в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки на контрольных испытаниях.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной (самостоятельной) работы для обучающихся заочной формы обучения, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	0	3
	семестр	
	3	4
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	21	87
Основные понятия и законы. Газовые смеси.	2	4
Первое начало термодинамики.	2	4
Термодинамические процессы.	2	8
Второе начало термодинамики.	2	6
Вода и водяной пар. Термодинамика газовых потоков. Влажный воздух.	3	7
Циклы работы паротурбинных установок.	2	6
Работа компрессоров.	2	4
Циклы, газотурбинных установок.	2	4
Циклы двигателей внутреннего сгорания.	2	4
Циклы работы холодильных машин и тепловых насосов.	2	4
Выполнение контрольной работы	-	18
Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часа на каждое занятие)	8	4
Подготовка к рубежному контролю (по 2 часа на каждый рубеж)	4	-
Подготовка к экзамену	27	27
Всего:	60	100

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно – рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения).
2. Отчеты обучающихся по лабораторным работам.
3. Банк вопросов к экзамену.
4. Задания к рубежному контролю 1,2 (для очной формы обучения).
5. Контрольная работа (для заочной формы обучения).

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание
	Распределе-	Распределение баллов за 3 семестр

	ние баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение практических работ	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	До 16	-	До 18	До 18	До 18	До 30
		Примечания:	16 лекций по 1 баллу	-	До 6-ти баллов за 4-х часовую лабораторную работу (2л.р. 4-х часовых) До 3-х баллов за 2-х часовую лабораторную работу (2л.р. 2-х часовых)	На 4-й лабораторной работе 3 семестр	На 8-й лабораторной работе 3 семестр	-
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично						

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения экзамена или зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине ; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 8 баллов; - прохождение рубежного контроля – до 18 баллов. <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежного контроля № 1,2 (3 семестр) состоят из 18 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающимся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. Время, отводимое обучающемуся на экзамен, составляет 1 астрономический час, каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

Результаты экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день сдачи экзамена и выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.3. Примеры оценочных средств

(для рубежного контроля и экзамена)

Вопросы 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. Энтальпия.
5. Анализ изохорного и изобарного процессов. 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. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
9. Энтропия. Тепловые T - s диаграммы термодинамических процессов.
10. Цикл Карно. Прямой и обратный циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент цикла Карно.

11. Водяной пар. Основные определения. Фазовые переходы. Фазовые диаграммы. Тройная и критическая точки водяного пара
12. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. $h-s$ диаграммы воды и водяного пара. Расчёт процессов водяного пара с помощью таблиц и $h-s$ диаграммы.
13. Дросселирование газов и паров.
14. Сопло Лавалья. Критический и сверхкритический расход пара.
15. Влажный воздух. Основные определения. $i-d$ диаграмма влажного воздуха. (Диаграмма Рамзина). Процессы влажного воздуха.

16. Паросиловая установка. Принципиальная схема. Цикл Ренкина. Изображение цикла в $P-v$, $T-s$ координатах. КПД цикла и его повышение.
17. Теплофикационный цикл. Повышение КПД теплоэлектроцентралей.
18. Поршневой компрессор, принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Изображение цикла работы компрессора в $P-v$ координатах.
19. Многоступенчатое сжатие. Центробежные компрессоры.
20. Циклы газотурбинных установок. Анализ циклов в $P-v$ и $T-s$ координатах Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Отто (подвод теплоты при $V=const$). Анализ цикла. Изображение цикла в $P-v$ и $T-s$ координатах. Индикаторная диаграмма.
21. Циклы реактивных двигателей. Бескомпрессорный, воздушный; турбовинтовой; жидкостный ракетный.
22. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Отто (подвод теплоты при $V=const$). Анализ цикла. Изображение цикла в $P-v$ и $T-s$ координатах. Индикаторная диаграмма.
23. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Дизеля (подвод теплоты при $P=const$). Анализ цикла. Изображение цикла в $P-v$ и $T-s$ координатах. Индикаторная диаграмма.
24. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Тринклера (смешанный цикл). Анализ цикла. Изображение цикла в $P-v$ и $T-s$ – координатах.
25. Бинарные циклы тепловых машин. Парогазовые установки.
26. Прямое преобразование тепловой энергии. МГД генераторы
27. Холодильные установки. Холодильные агенты и их свойства. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность холодильной машины.
- 28.. Схемы и циклы парокомпрессионных холодильных машин.
29. Абсорбционные и эжекторные холодильные машины.
30. Тепловые насосы. Отопительный коэффициент.

Примеры тестовых заданий для рубежного контроля

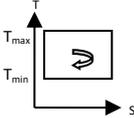
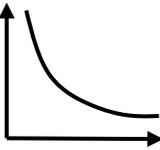
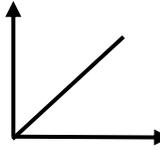
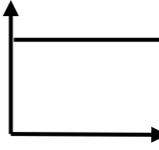
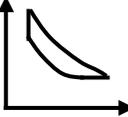
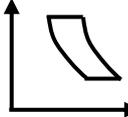
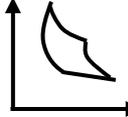
Рубежный контроль №1.(3 семестр)

Тестовое задание №1.

1. Что такое удельный объем? ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. объем, занимаемый 5 кг вещества 2. объем, занимаемый 1 кг вещества 3. объем, занимаемый 2 к молям вещества
2. Какова величина универсальной газовой постоянной?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $8,314 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$ 2. $5,42 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$ 3. $3,14 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$
3. Какие допущения характеризуют модель идеального газа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. отсутствие кинетической энергии молекул 2. отсутствие размеров молекул 3. отсутствие взаимодействия молекул
4. Величина μR в уравнении состояния идеального газа носит название:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Газовой постоянной. 2. Универсальной газовой постоянной. 3. Постоянной Больцмана.
5. Работа расширения (сжатия) ℓ в изохорном процессе равна:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменению внутренней энергии. 2. Подведенной теплоте. 3. Нулю.
6. P-V диаграмма для адиабатного процесса имеет вид	
7. В сосуде объемом 0.75 м^3 находится 2.5 кг углекислого газа. Найти удельный объем газа.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3.33 кг/м^3. 2. $1.875 \text{ кг} \cdot \text{м}^3$. 3. $0.3 \text{ м}^3/\text{кг}$.
8. Чему равно отношение $\frac{C_p}{C_v}$ - ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Re 2. k 3. Pr
9. Какой процесс отражает формула $P \cdot V^n = const$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. накопления энергии 2. охлаждения 3. политропный
10. Какова удельная работа газа в изотермическом процессе ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $p \cdot \partial \cdot V$ 2. $R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$ 3. $p \cdot V = const$

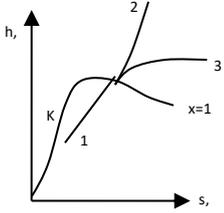
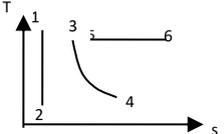
Тестовое задание №2

1. Какой цикл является эталонным ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цикл Отто 2. Цикл Дизеля 3. Цикл Карно
------------------------------------	---

2. термодинамическое тождество для обратимых процессов ...	1. $\Delta E = \Delta U + \Delta Q$ 2. $\Delta Q = T \cdot \Delta L$ 3. $\partial U + \partial L = T \cdot \partial S$
3 Какой формулой выражается термический КПД цикла Карно: 	1. $\eta_{\kappa} = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\min}}$. 2. $\eta_{\kappa} = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max}}$. 3. $\eta_{\kappa} = \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$.
4. Какую меру состояния вещества характеризует температура?	1. поверхностное состояние 2. внутреннюю энергию 3. силу тяги
5. Укажите уравнение состояния идеального газа.	1. $pv = \text{const}$ 2. $pV = mRT$. 3. $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$
6. Влажный пар находится	1. В жидкостной области 2. В газовой области 3. В газожидкостной области
7. По T-S диаграмме определить изотермический процесс	1.  2.  3. 
8. Укажите формулу связи теплоемкостей c_v и c_p для идеального газа (формулу Майера).	1. $c_p = c_v$. 2. $c_p - c_v = R$. 3. $c_p / c_v = k$
9. Определить теоретический цикл Карно: в P-V координатах	1.  2.  3. 
10. Укажите аналитическое выражение второго закона термодинамики	1. $ds \geq \delta q / T$. 2. $\delta q = du + pdv$. 3. $\delta q = dh - pdv$.

Тестовое задание №3

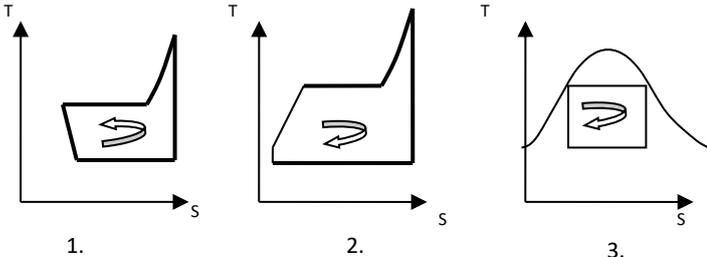
1. Указать удельную объемную теплоемкость :	1. $C \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right]$ 2. $C \left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}} \right]$
---	---

	$3. \mu C \left[\frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{Моль} \cdot \text{н}} \right]$
2. Идеальным рабочим телом термодинамической системы является ...	1. Адиабатный газ 2. Любое тело 3. Идеальный газ 4. Упругое тело
3. . Термодинамический процесс, происходящий при постоянном давлении называется:	1. Адиабатным 2. Изохорным 3. Изотермическим 4. Изобарным
4. Процесс 1-3, показанный на h-s диаграмме:	1. Изохорный. 2. Изобарный. 3. Изотермический.
	
5. Чему равна теплота в изобарном процессе ?	1. $q = c_p(t_2 - t_1)$ 2. $q = U_2 - U_1$ 3. $q = 0$ 4. $q = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$
6 Укажите процесс адиабатного расширения идеального газа:	1. Процесс 1-2. 2. Процесс 3-4. 3. Процесс 5-6.
	
7. Какие параметры определяют состояние идеального газа ?	1. T 2. Re 3. P 4. q 5. V 6. I 7. U 8. Δ S
8. Для какого количества газа справедливо равенство $\mu \cdot V \cdot P = R_0 \cdot T$?	1. Для одного киломоля газа 2. Для любого количества газа 3. Для одного кубометра газа
9. Какой процесс отображает формула $P \cdot V^k = const$	1. Изотермический 2. Изохорный 3. Адиабатный

10. Какое равенство отражает аналитическое выражение первого начала термодинамики в изотермическом процессе ?	1. $\partial q = C_v \cdot \partial T$ 2. $\partial q = P \cdot \partial V$ 3. $\partial q = C_v \cdot \partial T + P \cdot \partial V$
---	---

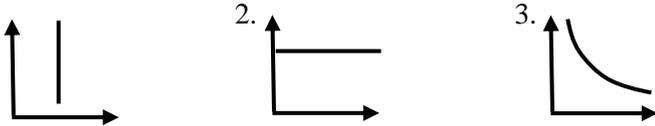
Тестовое задание №4

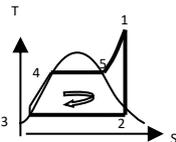
1. Для какого количества газа справедливо равенство $PV=RT$	1.Одного киломоля газа; 2.Одного килограмма газа; 3.Одного кубометра газа;
2. Какой процесс отображает формула $PV=const$	1.Адиабатный; 2. Изобарный; 3. Изотермический;
3. Указать формулы для определения удельной теплоты q и удельной работы ℓ для изохорного процесса идеального газа.	1. $q = 0, \ell = \frac{R}{k-1}(T_1 - T_2)$. 2. $q = RT \cdot \ln(p_1/p_2), \ell = q$. 3. $q = c_v \cdot (T_2 - T_1), \ell = 0$.
4. Укажите уравнение изохорного процесса идеального газа .	1. $p/T = const$ 2. $pV = const$. 3. $pV^k = const$
5. Какой цикл отображает работу паротурбинной установки?	1. Цикл Карно; 2. Цикл Дизеля; 3. Цикл Ренкина;
6. Как называется машина для отвода теплоты?	1. Дизель; 2. Газовая турбина; 3. Холодильник.
7. Процесс 1-2 – процесс сжатия газа в компрессоре. Укажите площадь, соответствующую технической работе сжатия <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>	1. Площадь 1-2-5-1 2. Площадь 1-2-3-4-1 3. Площадь 1-2-6-7-1.
8. Какое топливо называется моторным?	1. Бензин; 2. Мазут; 3. Уголь.

<p>9. На рисунках укажите цикл Ренкина (цикл паротурбинной установки).</p>	
<p>10. Для каких рабочих тел значения теплоемкостей c_p и c_v очень мало отличаются друг от друга.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для газов. 2. Для жидкостей. 3. Для твердых тел.

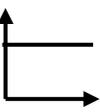
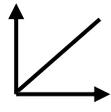
Рубежный контроль №2 (3 семестр)

Тестовое задание №1.

<p>1. Укажите PV диаграмму изобарного процесса</p>	
<p>2 Детандер – устройство для и подачи его потребителю</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. расширения газа 2. сжатия газа 3. охлаждения газа
<p>3. Прямой цикл Карно состоит из.....</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. четырех изотерм 2. двух изотерм и изобар 3. двух изотерм и двух адиабат
<p>4. Единица измерения универсальной газовой постоянной.....</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{Дж}{кг \cdot К}$ 2. $\frac{Вт}{м \cdot К}$ 3. $\frac{Дж}{м^3 \cdot К}$ 4. $\frac{кДж}{кмоль \cdot К}$ 5. $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ 6. $\frac{Вт}{кг \cdot ^\circ С}$
<p>5. От каких термодинамических параметров зависит КПД холодильной машины</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. от давления газа 2. от внутренней энергии 3. от температуры
<p>6. При каких условиях тепловой двигатель делает полезную работу?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. когда работа расширения больше работы сжатия 2. когда работа расширения равна работе сжатия 3. когда работа расширения меньше работы сжатия
<p>7. В круговом процессе количество отведенной теплоты равно 80 кДж/кг. При этом получена работа, равная 120 кДж/кг. Определить термический КПД цикла.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\eta_t = 0,6$ 2. $\eta_t = 0,78$ 3. $\eta_t = 0,72$

8. Какая формула определяет измерения энтропии идеального газа	1. $\Delta E = \Delta U + \Delta Q$ 2. $\partial q = \partial U + p \cdot \partial V$ 3. $\Delta S = \frac{\partial q}{T}$
9. Как вычисляется термический КПД тепловой машины?	1. $\eta_t = \frac{q_2 - q_1}{T}$ 2. $\eta_t = \frac{\partial q}{\partial T}$ 3. $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
10 Укажите процесс расширения пара в турбине. 	1. Процесс 1-2. 2. Процесс 2-3. 3. Процесс 5-1.

Тестовое задание №2.

1. Какая термодинамическая система считается замкнутой ?	1. Система, у которой не возможен теплообмен с окружающей средой 2. Система у которой отсутствует энергообмен с окружающей средой в форме работы 3. Система, которая не обменивается теплом с окружающей средой.
2. Объясните физический смысл газовой постоянной в уравнении $PV=RT$?	1 Работа газа в процессе при $P=\text{const}$; 2 Работа газа в процессе при $V=\text{const}$ 3. Работа газа в процессе при $T=\text{const}$;
3. Явление конвекции наблюдается в...	1. Металлах; 2. Твёрдых телах и жидкостях; 3. Жидкостях и газах;
4. Термодинамический процесс, происходящий при постоянном объёме называется...	1. Изотермическим; 2. Адиабатным; 3. Изохорным;
5. Эффективность работы тепловых машин характеризует...	1. Холодильный коэффициент; 2. Отопительный коэффициент; 3. КПД тепловых машин;
6. Точка росы лежит...	1. На линии сухого насыщенного пара; 2. На линии водяного насыщенного пара; 3. На линии кипящей жидкости; 4. В области нагретой жидкости;
7. PV диаграмма для изохорного процесса...	1.  2.  3. 
8. Конденсатором в паросиловой установке называется устройство для...	1. Получения теплоты; 2. Перевода пара в жидкость; 3. Получения электрической энергии;

<p>9. Укажите цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при $p = \text{const}$ (цикл Дизеля).</p>	
<p>10. Какая формула отображает второе начало термодинамики?</p>	<p>1. $Q_1 = Q_2 + Q_3$ 2. $Q_1 = L + Q_2$ 3. $Q_1 = \Delta p S \cdot L$</p>

Тестовое задание №3.

<p>1. Какие физические тела используются в тепловых машинах в качестве рабочих тел?</p>	<p>1. Твёрдые тела; 2. Газы; 3. Смеси твёрдых тел и жидкостей.</p>
<p>2. Давление газа это мера...</p>	<p>1. Силового воздействия на окружающую среду рабочего тела 2. Внутреннего движения газа; 3. Изменения размеров газа.</p>
<p>3. Для какого количества газа справедливо равенство $PV = mRT$</p>	<p>1. Одной тонны газа; 2. m килограммов газа; 3. ms кубометров газа.</p>
<p>4. Какую теплоёмкость показывает размерность $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \text{К}} \right]$?</p>	<p>1. Массовую; 2. Объёмную; 3. Молярную.</p>
<p>5. Какой процесс описывает уравнение $\frac{R}{V} = \frac{P}{T}$?</p>	<p>1. Изотермический ; 2. Изобарный; 3. Изохорный.</p>
<p>6. В каком процессе теплота равна разности энтальпий $q = h_2 - h_1$?</p>	<p>1. Изохорном; 2. Изобарном; 3. Адиабатном; 4. Изотермическом.</p>
<p>7. Компрессор – это устройство для</p>	<p>1. Расширения газа 2. Смешивания газов 3. Сжатие газа</p>
<p>8. Какие параметры характеризуют состояние рабочего тела в термодинамике?</p>	<p>1. T, P, v (температура, давление, удельный объём) 2. T, I, V (температура, ток, напряжение)</p>
<p>9. По T-S диаграмме определить цикл Карно.</p>	<p>1. 2. 3. </p>

10. Какую меру состояния вещества характеризует температура?	<ol style="list-style-type: none"> 1. поверхностное состояние 2. внутреннюю энергию 3. силу тяги
--	---

Тестовое задание №4

1. В закрытом сосуде 1 кг воздуха нагрели от $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до $t_2 = 120^\circ\text{C}$. Определить количество подведенной теплоты при $c_v = 717,5 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$; $c_p = 1004,5 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.	<ol style="list-style-type: none"> 1. $q = 100,45 \text{ кДж}/\text{кг}$ 2. $q = 71,75 \text{ кДж}/\text{кг}$. 3. $q = 120,85 \text{ кДж}/\text{кг}$ 4. $q = 80,35 \text{ кДж}/\text{кг}$
2. Какой процесс изображает PV диаграмма?	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменения теплоты 2. совершаемой работы 3. никакой
3. Чему равна теплоемкость в адиабатном процессе?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $C = \infty$ 2. $C > 0$ 3. $C = 0$ 4. $C = k$ 5. $C = n$ 6. $C < 0$
4. Что можно определить по энтропийно-энтальпийной $h - S$ диаграмме?	<ol style="list-style-type: none"> 1. параметры состояния водяного пара 2. энергию углеводородного топлива 3. энергию углекислого газа
5. Сублимация – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Переход вещества из жидкого состояния в газообразное. 2. Переход вещества из газообразного состояния в жидкое. 3. Переход вещества из твердого состояния в газообразное.
6. В чем заключается полезная работа двигателя внутреннего сгорания?	<ol style="list-style-type: none"> 1. в перемещении поршня 2. в нагреве цилиндра 3. в повышении давления
7. Как определяется работа цикла Ренкина, если: h_1 – энтальпия пара перед турбиной, h_2 – энтальпия пара за турбиной, h'_2 энтальпия кипящей жидкости при давлении p_2 ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $q = h_1 - h_2$ 2. $q = h_1 - h'_2$. 3. $q = h_2 - h'_2$
8. Укажите формулы для определения удельной теплоты q и удельной работы ℓ для изобарного процесса идеального газа.	<ol style="list-style-type: none"> 1. $q = c_v(T_2 - T_1)$, $\ell = 0$. 2. $q = c_p(T_2 - T_1)$, $\ell = R(T_2 - T_1)$. 3. $q = R \cdot \ln(p_1/p_2)$, $\ell = q$.

9.Какой показатель характеризует работу компрессора?	1. степень сжатия 2. степень предварительного расширения 3. степень повышения давления
10.В каких единицах измеряют паропроизводительность паровой машины?	1. кг/ч 2. м ² /с 3. м/с

6.4. Фонд оценочных средств

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

6. 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.Основы технической термодинамики/ОвчинниковЮ.В. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 292 с.: Доступ из ЭБС «znanium.com»

2.Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: Учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). Доступ из ЭБС «znanium.com» .

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. 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 энергетики и технологии металлов ; [сост.: Боченин В.И., Ивашко А.Г., Попов Г.А.]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 353 Кб). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2003. - 10 с. Доступ из ЭБС КГУ.

2. Определение показателя адиабаты по измерению скорости звука в воздухе [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабо-

рапорной 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 энергетики 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.

3. 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.

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

1. Система дистанционного обеспечения «Moodle»
2. ЭБС «Znanium.com»
3. Платформа для собраний, чатов, звонков и совместной работы Microsoft Teams.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

12. Для обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

- «Техническая термодинамика»**
образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
- 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника
(Направленность: Энергообеспечение предприятий)
4 Семестр (заочная форма обучения)
- 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
(Направленность: Электроснабжение)
3 Семестр (очная форма обучения)
4 Семестр (заочная форма обучения)

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е. (144 академических часа)
Форма промежуточной аттестации: Экзамен.

Содержание дисциплины

Получение тепловой энергии связано с преобразованием энергии других видов: электрической, химической, гидравлической, пневматической. Использование этих видов энергии возможно только при знании законов технической термодинамики, преобразования тепловой энергии. Дисциплина «Техническая термодинамика» знакомит обучающихся – теплоэнергетиков и электроэнергетиков с фундаментальными законами осуществления тепловых процессов., технологиями получения и преобразования тепловой энергии, оборудованием, машинами и аппаратами, обеспечивающими снабжение тепловой энергией и превращением её в полезную работу.

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
«Техническая термодинамика»

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20__ / 20__ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / В.А.Савельев/

Изменения утверждены на заседании кафедры «__» _____ 20__ г.,
Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ «__» _____ 20__ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20__ / 20__ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / В.А.Савельев/

Изменения утверждены на заседании кафедры «__» _____ 20__ г.,
Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ «__» _____ 20__ г.