Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая термодинамика

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: c7fcee22ea712e8a9d62ca0595e78e8dabbfaa85
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 26 августа 2026 г.
Дата и время: 22-06-2026 13:38:31 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование знаний о процессах, происходящих в теплотехническом и теплоэнергетическом. оборудовании, методах его расчетов, эксплуатации и совершенствования.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение фундаментальных законов термодинамики и взаимного превращения теплоты и работы;
– овладение методами расчета параметров и процессов различных рабочих тел;
– овладение методами термодинамического анализа процессов и циклов теплоэнергетического оборудования с целью повышения тепловой эффективности и экономичности;
– умение произвести необходимые термодинамические расчеты при проектно-конструкторских, производственно-технологических видах профессиональной деятельности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Химия;
– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Котельные установки и парогенераторы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен демонстрировать применение	ОПК-4.3 Понимает основные законы термодинамики и	– знать: основные законы термодинамики и

	основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	термодинамических соотношений	термодинамических соотношений. – уметь: применять основные законы термодинамики и термодинамических соотношений.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***8***	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***56***	*56*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия и законы технической термодинамики (Понятие термодинамической системы и рабочего тела. Идеальные и реальные газы. Параметры и уравнения состояния. Смеси

идеальных газов. Закон Дальтона. Теплоемкость идеальных газов и их смесей. Понятие термодинамического процесса. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Энтальпия. Первый и второй законы термодинамики. Энтропия.);

Раздел 2 Термодинамические процессы газов и паров;

Тема 2.1 Термодинамические процессы идеального газа (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы);

Тема 2.2 Термодинамические процессы водяного пара (различные состояния водяного пара и использование его в технике. i–s - диаграмма и таблицы водяного пара);

Тема 2.3 Термодинамические процессы влажного воздуха (основные параметры влажного воздуха, i-d - диаграмма влажного воздуха и её использование для изучения процессов измене¬ния состояния воздуха);

Раздел 3 Термодинамические циклы;

Тема 3.1 Понятие кругового процесса (цикла) (обратимые и необратимые циклы, прямые и обратные циклы, цикл Карно);

Тема 3.2 Циклы компрессоров (назначение и классификация компрессоров; работа, затрачиваемая на привод компрессора; изотермическое и политропное сжатие; индикаторная диаграмма; изображение в pv- и Ts-диаграммах процесса в компрессоре));

Тема 3.3 Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) (классификация поршневых ДВС; определение термического КПД и влияние параметров цикла ДВС на увеличение КПД);

Тема 3.4 Циклы газотурбинных установок (определение термического КПД; методы повышения КПД газотурбинных установок);

Тема 3.5 Циклы холодильных установок (классификация холодильных установок; понятие холодильного коэффициента и холодопроизводительности; циклы воздушной, парокомпрессионной, пароэжекторной и абсорбционной холодильных установок);

Тема 3.6 Тепловые насосы (принципиальная схема теплового насоса; понятие отопительного коэффициента, достоинства и недостатки, опыт применения);

Тема 3.7 Циклы паросиловых установок (определение термического КПД цикла Ренкина; способы повышения экономичности паросиловых установок; цикл с вторичным перегревом пара, регенеративный цикл, бинарные и парогазовые циклы; основы теплофикации).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической

			подготовки
Раздел 1.	Основные понятия и законы технической термодинамики	1	
Раздел 2.	Термодинамические процессы газов и паров		
Тема 2.1.	Термодинамические процессы идеального газа	0.5	
Тема 2.2.	Термодинамические процессы водяного пара	1	
Тема 2.3.	Термодинамические процессы влажного воздуха	1	
Раздел 3.	Термодинамические циклы		
Тема 3.1.	Понятие кругового процесса (цикла)	0.5	
Тема 3.2.	Циклы компрессоров	0.5	
Тема 3.3.	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС)	0.5	
Тема 3.4.	Циклы газотурбинных установок	0.5	
Тема 3.5.	Циклы холодильных установок	0.5	
Тема 3.6.	Тепловые насосы	1	
Тема 3.7.	Циклы паросиловых установок	1	
Итого:		**8**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Параметры и уравнения состояния термодинамической системы. Смеси газов. Теплоемкость газов и их смесей. Первый закон термодинамики. Теплота и работа	2	
Раздел 2.	Термодинамические процессы идеального газа. PV- и TS-диаграммы. Термодинамические процессы водяного пара и влажного воздуха. i-s-диаграмма и таблицы водяного пара. i-d-диаграмма влажного	2	

	воздуха.		
Раздел 3.	Расчет теоретического и действительного КПД цикла паросиловой установки. Работа паросиловой установки (блиц-игра)	4	
Итого:		**8**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	19	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	19	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	18	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	

Итого:	**92**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-4	1. Экзамен на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются 10 вопросов из перечня тестовых заданий для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) или в процессе проведения практических занятий (семинаров) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по содержанию материалов и выполненным заданиям предыдущего раздела (темы) или по вопросам решения и порядку выполнения действий для решения заданий.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, 10 – 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный

ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67 до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения. Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он выполнил указанную в методических указаниях последовательность действий, получил результат, при выполнении практической работы проявил активность, самостоятельность; выделенное время использовал рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не умеет самостоятельно работать с методическими указаниями, не может правильно выполнить указанную последовательность действий, не рационально использует отведенное время, Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: экзамен на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Экзамен проводится на основе результатов текущего контроля и/или в форме компьютерного (с использованием СУО СибГИУ) или бланкового тестирования, которое охватывает все изученные вопросы и/или собеседования по теоретическим вопросам, составленным по соответствующим темам разделов изучаемой учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Таблица – Шкала оценивания экзамена на основе результатов текущего контроля успеваемости обучающегося по дисциплине «Техническая термодинамика»

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше четырех с половиной баллов, выполнил все задания и посещал более 60% аудиторных занятий.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку выше трех баллов, выполнил более 80 % заданий и посещал более 30 % аудиторных занятий.
«удовлетво-рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов, выполнил более 60 % заданий.
«неудовлет-ворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неуверенно отвечал, допускал серьезные ошибки при изложении ответов на устные вопросы при опросах, не подтвердил освоение программного материала и выполнил тестовые задания на среднюю оценку ниже трех баллов.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Теплотехника : учебник для вузов / В. Л. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер [и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. – 2-е изд., перераб. – Москва : Высшая школа, 2000. – 671 с.;

2 Металлургическая теплотехника : учебник для вузов : в 2 т. Т.1 : Теоретические основы / В. А. Кривандин, В. А. Арутюнов, Б. С. Мастрюков ; под ред. В. А. Кривандина. – Москва : Металлургия, 1986. – 423 с.;

3 Кудинов, В. А. Техническая термодинамика : учебное пособие для вузов / В. А. Кудинов. – Москва : Высшая школа, 2000. – 261 с.;

4 Теплотехника : учебник для вузов / В. А. Гуляев, Б. А. Вороненко, Л. М. Корнюшко [и др.]. – Санкт-Петербург : РАПП, 2009. – 345 с. : ил.;

5 Полях, О. А. Техническая термодинамика и теплотехника : конспект лекций / О. А. Полях ; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2015. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=3351&lngFile=3274&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 17.02.2026);

6 Стоянов, Н. И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, А.В . Смирнова. – Ставрополь : СКФУ, 2014. – 225 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750 (дата обращения: 17.02.2026);

7 Кириллин, В. А. Техническая термодинамика : учебник / В. А. Кириллин , В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. – 502 с. – ISBN 978-5-383-00939-0. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009390.html (дата обращения: 17.02.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);

- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

доцент Михайличенко Татьяна Алексеевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:
Заместитель начальника ПТО
Центральная ТЭЦ ООО «ЭнергоТранзит»  А. Ю. Поромов

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Что является предметом изучения термодинамики?
а) законы движения тел;
б) закономерности превращения энергии в макроскопических системах;
в) строение атомов и молекул;
г) электрические и магнитные явления.
2. Что такое теплота с точки зрения термодинамики?
а) форма энергии, передаваемая вследствие разности температур;
б) вид механической работы;
в) свойство вещества накапливать энергию без изменения температуры;
г) мера давления в системе.
3. В каких единицах измеряется количество теплоты в Международной системе единиц (СИ)?
а) калория (кал);
б) ватт (Вт);
в) джоуль (Дж);
г) паскаль (Па).
4. Что в термодинамике понимается под работой?
Варианты ответов:
а) энергия, передаваемая через теплопроводность;
б) энергия, передаваемая при перемещении границы системы под действием сил давления;
в) внутренняя энергия системы;
г) количество теплоты, выделяемое при сгорании топлива.
5. В каких единицах в СИ измеряется работа?
а) ньютон (Н);
б) джоуль (Дж);
в) кельвин (К);
г) ватт (Вт).
6. Что характеризует теплоёмкость вещества?
а) способность вещества проводить электрический ток;
б) количество теплоты, необходимое для повышения температуры вещества на 1 °С (1 К);
в) скорость распространения звука в веществе;
г) плотность вещества при нормальных условиях.
7. Что такое термодинамический процесс?
а) изменение состояния термодинамической системы во времени;
б) неизменное состояние системы;

в) совокупность всех возможных состояний вещества;
г) мгновенное измерение параметров системы.
8. Чем отличается термодинамический процесс от термодинамического цикла?
а) процесс всегда обратим, а цикл — нет;
б) цикл — это частный случай процесса, при котором система возвращается в исходное состояние;
в) процесс и цикл — это одно и то же;
г) цикл не включает обмен энергией с окружающей средой.
9. Как перевести мощность из ккал/ч в ватты? Чему равна 1 ккал/ч в ваттах?
а) 1 ккал/ч=4,1868 Вт;
б) 1 ккал/ч≈0,278 Вт;
в) 1 ккал/ч=1000 Вт;
г) 1 ккал/ч=3600 Вт.
10. Как перевести количество теплоты из килокалорий в килоджоули? Чему равно 1 ккал в кДж?
а) 1 ккал=1 кДж;
б) 1 ккал≈4,1868 кДж;
в) 1 ккал=0,239 кДж;
г) 1 ккал=1000 кДж.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и законы технической термодинамики

1 Устный опрос на лекции

Перечень заданий и вопросов для устного опроса:

1. Дайте определение понятий рабочего тела и термодинамической системы. Привести примеры.
2. В чем отличие идеальных и реальных газов?
3. Способы задания состава газовых смесей.
4. Закон Дальтона.
5. Назовите основные параметры состояния рабочего тела.
6. Теплоемкость газов и их смесей.
7. Уравнение Клапейрона и его разновидности.
8. Дайте определение понятий газовой постоянной и универсальной газовой постоянной.
9. Дайте определение понятий внутренней энергии, энтальпии, энтропии
10. Закон Авогадро и его следствие.

2 Устный опрос на практическом занятии (дискуссия)

Перечень тем для дискуссии:

1. Первый закон термодинамики (дискуссия на тему «Практическая реализация закона в различных термодинамических процессах»)
2. Второй закон термодинамики (дискуссия на тему «Разнообразие формулировок второго закона термодинамики»)
3. Проблема Тепловой смерти Вселенной (дискуссия на тему «Философские, физические и социальные аспекты проблемы»)

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

1. Тепловое движение – это:

А) беспорядочное (хаотическое) движение микрочастиц (атомов, молекул и др.),

Б) передача энергии в результате макроскопического упорядоченного движения микрочастиц,

В) количество передаваемой энергии в результате хаотического, ненаправленного движения микрочастиц

2. Закон Шарля:

А) $P = f_1 (V, T)$

Б) $V = f_2 (P, T)$

В) $T = f_3 (V, P)$

3. Размерность массовой теплоемкости в системе СИ

_____

4. К параметрам состояния относятся:

А) удельный объем, абсолютное давление, абсолютная температура, изменение внутренней энергии, энтальпия, энтропия

Б) удельный объем, абсолютное давление, абсолютная температура, изменение внутренней энергии, удельная теплоемкость

В) удельный объем, абсолютное давление, абсолютная температура, изменение внутренней энергии, теплота, энтропия

5. Изобарный (изобарический) процесс:

А) процесс, происходящий в системе при постоянном объеме

Б) процесс, происходящий в системе при постоянном давлении

В) процесс, происходящий в системе при постоянной температуре

6. Теплоемкость определяется отношением:

А) $c = dq/dT$

Б) $c = dq/T$

В) $c = dq/d\tau$

7. В изотермическом процессе:

А) параметры состояния (P, T, V) не меняются

Б) изменяются 2 параметра состояния из 3 основных (P, T,V)

В) изменяются все 3 основных параметра состояния (P, T,V)

8. Обозначение единицы измерения температуры в (СИ) является_____

9. Термический КПД цикла :

А) отношение полезно использованной в цикле теплоты (или полученной работы) ко всему количеству затраченной теплоты

Б) отношение количества затраченной в цикле теплоты к полезно использованной в цикле теплоты (или полученной работы)

В) полезно использованная в цикле теплота (или полученная работа)

10. Идеальный газ :

А) газ, в котором отсутствует взаимодействие молекул, а сами молекулы

Б) представляют материальные точки

В) газ, в котором кинетическая энергия всех молекул одинакова

Г) газ, состоящий из однородных молекул, не взаимодействующих друг с другом

Д) однородный газ, в котором молекулы представляют собой геометрические точки

11. 1 бар =____ Па

12. Абсолютное давление для газа, находящегося под избыточным давлением :

А) $P_{абс} = P_{бар} + P_{изб}$

Б) $P_{абс} = P_{бар} - P_{разр}$

В) $P_{абс} = P_{бар}$

13. Численное значение универсальной газовой постоянной Rμ: _____ Дж/(кмоль К)

14. Тепловой диаграммой называют координаты :

А) P - V

Б) T - S

В) i - S

15. Первый закон термодинамики :

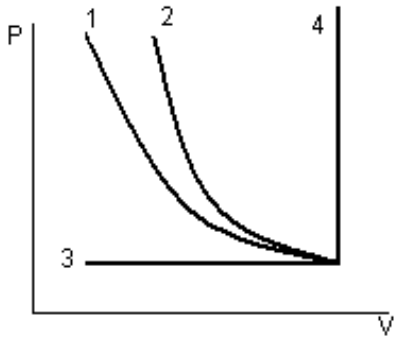
А)

Б)

В)

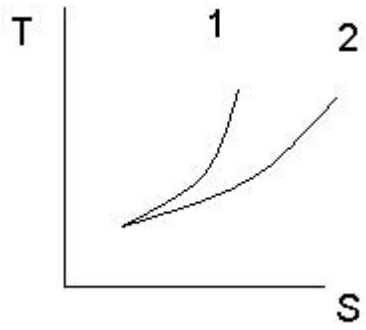
Г)

16. Определите, какая из кривых является изотермой :



А) №1
Б) №2
В) №3
Г) №4

17. Связь между параметрами в политропном процессе :
А) $p_1v_1n = p_2v_2n$
Б) $v_1/T_1 = v_2/T2$
В) $p_1/T_1 = p_2/T_2$
Г) $p_1 v_1 = p_2 v_2$
18. Чему равен показатель политропы в изобарическом процессе:
А) n = 1
Б) n = 0
В) n = к
19. Как меняется энтропия при подводе тепла к рабочему телу :
А) уменьшается
Б) остается постоянной
В) увеличивается
20. Назовите процессы, построенные на графике :



А) 1- изохорный, 2-изобарный
Б) 2-изохорный, 1-изобарный
В) 1- адиабатный, 2- изобарный
Г) 1- адиабатный, 2- изохорный
Д) ни один из ответов не верен

21. Расставьте в правильном порядке процессы, происходящие при работе поршневого компрессора :

А) нагнетание в ресивер, всасывание в цилиндр газа, переключение клапанов, сжатие;

Б) всасывание в цилиндр газа, нагнетание в ресивер, переключение клапанов, сжатие;

В) всасывание в цилиндр газа, сжатие, нагнетание в ресивер, переключение клапанов;

Г) сжатие, переключение клапанов, всасывание в цилиндр газа, нагнетание в ресивер.

22. Что такое степень сжатия в ДВС :

А) отношение объемов в цилиндре двигателя при положениях поршня в начале и конце процесса сжатия

Б) отношение наибольшего давления в цилиндре двигателя, образовавшегося в результате подвода теплоты, к давлению в конце процесса сжатия

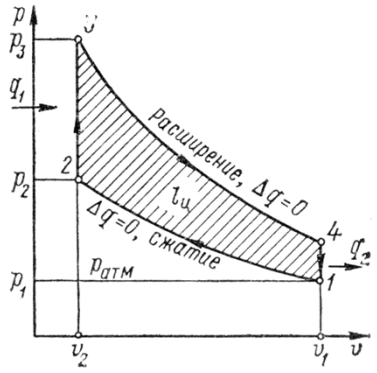
В) отношение объемов в конце и начале подвода теплоты к рабочему телу при постоянном давлении

23. Как происходит воспламенение топлива в цикле Дизеля :

А) от искры свечи зажигания

Б) от самовоспламенения

24. Какая линия из составляющих цикл Отто изображает рабочий ход :



А) 1-2

Б) 4-1

В) 2-3

Г) 3-4

25. Чему равна степень сухости на нижней пограничной кривой :

А) x = 1

Б) x = 0

В) 0 < x < 1

26. Нижняя пограничная кривая разделяет :

А) кипящую жидкость и сухой насыщенный пар

Б) кипящую жидкость и влажный насыщенный пар

В) влажный насыщенный и перегретый пар

27. Теплота парообразования :

А) количество теплоты, необходимое для превращения 1кг жидкости, нагретой до температуры кипения в сухой насыщенный пар при постоянном давлении (и постоянной температуре)

Б) количество теплоты, необходимое для подогрева для 1кг воды от температуры T_0 = 276 К до температуры насыщения Тн

В) количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении в перегретый пар с температурой Тпе

28. Уравнение Клапейрона :

А) PV = mRT или P v = RT

Б) PV μ = R T

В) $(p+\frac{a}{v^2})(v-b)=RT$

29. Отличие КЭС от ТЭЦ :

А) на КЭС вырабатывается тепло и электроэнергия

Б) на КЭС вырабатывается тепло

В) на КЭС вырабатывается электроэнергия

30. Влажный воздух:

А) смесь сухого воздуха с водой

Б) смесь сухого воздуха с водяным паром

В) смесь сухого воздуха с конденсатом

31. 1 бар = _____ мм вод. ст.

32. Укажите последовательность процессов в цикле паросиловой установки начиная с нагрева воды в котле

А) Парообразование в котле

Б) Адиабатное расширение пара в турбине

В) Подача конденсата в питательный бак с помощью конденсационного насоса

Г) Перегрев пара в пароперегревателе

Д) Нагрев воды в котле до температуры кипения

Е) Повышение давление конденсата при работе питательного насоса

Ж) Подача воды в котел

З) Конденсация пара в конденсаторе

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	з

33. Установите соответствие между названиями термодинамических циклов и их определениями:

А) Цикл Тринклера	1. Идеализированный термодинамический цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания,

	характеризующийся смешанным подводом тепла (частично изобарным, частично изохорным).
Б) Цикл Отто	2. Термодинамический цикл четырёхтактного бензинового двигателя, состоящий из двух изохорных процессов (подвод и отвод теплоты), двух адиабатных процессов (расширение и сжатие газа).
В) Цикл Дизеля	3. Термодинамический цикл дизельного двигателя, включающий два процесса расширения и сжатия газа, один процесс подачи топлива (тепла) при постоянном объёме и другой — при постоянном давлении.
Г) Цикл Ренкина	4. Термодинамический цикл паросиловых установок, применяемый в теплоэнергетике, состоящий из испарения воды, превращения пара в механическую работу турбины и конденсации отработанного пара обратно в воду.
Д) Цикл Карно	5. Идеально эффективный обратимый термодинамический цикл, используемый для оценки предельной эффективности теплового двигателя между двумя источниками различной температуры.

34.Установите соответствие между названиями процесса и их определениями:

А) Адиабата	1. Процесс изменения состояния системы без обмена теплом с окружающей средой.
Б) Изотерма	2. Процесс, происходящий при постоянной температуре (без изменения температуры).
В) Изохора	3. Процесс, протекающий при постоянном объеме рабочего тела.
Г) Изобара	4. Процесс, проходящий при постоянном давлении среды.
Д) Политропа	5. Процесс, при котором произведение давления и объема в степени n постоянно.

35.Установите соответствие между названиями термодинамического закона и его определениями:

А) Закон Шарля	1. Давление газа прямо пропорционально абсолютной температуре при постоянном объёме.
Б) Закон Гей-Люссака	2. Объём газа прямо пропорционален абсолютной температуре при постоянном давлении.

В) Закон Бойля-Мариотта	3. Произведение давления и объёма газа постоянно при неизменной температуре.
Г) Адиабатный процесс	4. Процесс без теплообмена с окружающей средой.

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях.

Задания для практических занятий

Задание 1 Масса 1 м³ метана при определенных условиях составляет 0,7 кг. Определить плотность и удельный объем метана при этих условиях.

Задание 2 В сосуде объемом 0,9 м^3 находится 1,5 кг углерода. Определить удельный объем и плотность окиси углерода при указанных условиях.

Задание 3 Давление воздуха, измеренное ртутным барометром, равно 765 мм рт. ст. при температуре ртути t=20ºС. Выразить это давление в паскалях.

Задание 4 Найти абсолютное давление пара в котле, если манометр показывает p=0,13 МПа, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет B=680 мм рт. ст. (90660 Па) при t=25ºС.

Задание 5 Скольким градусам шкалы Цельсия соответствуют температуры 100º и -4ºF и скольким градусам шкалы Фаренгейта соответствуют температуры 600º и -5ºС?

Задание 6 Определить массу кислорода, содержащегося в баллоне емкостью 60 л, если давление кислорода по манометру равно 1,08 МПа, а показание ртутного барометра 99325 Па при температуре 25ºС.

Задание 7 Определить массу углекислого газа в сосуде с объемом V=4 м³ при t=80 ºС. Давление газа по манометру равно 0,04 МПа. Барометрическое давление B=103990 Па.

Задание 8 Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла, охлаждаются с 1200 до 250 ºС. Во сколько раз уменьшается их объем, если давление газов в начале и в конце газоходов одинаково?

Задание 9 Во сколько раз изменится плотность газа в сосуде, если при постоянной температуре показание манометра уменьшится от p_1=1,8 МПа до p_2=0,3 МПа? Барометрическое давление принять равным 0,1 МПа.

Задание 10 Какой объем будут занимать 11 кг воздуха при давлении p=0,44 МПа и температуре t=18 ºС?

Задание 11 Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15 ºС. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450 ºС.

Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа.

Задание 12 Смесь газов состоит из водорода и окиси углерода. Массовая доля водорода m_{H2}=0,67%. Найти газовую постоянную смеси и ее удельный объем при нормальных условиях.

Задание 13 Объемный состав сухих продуктов сгорания топлива (не содержащих водяных паров) следующий: CO_2=12,3%; O_2=7,2%; N_2=80,5%. Найти кажущуюся молекулярную массу и газовую постоянную, а также плотность и удельный объем продуктов сгорания при B=100 кПа и t=800ºC.

Задание 14 Газ коксовых печей имеет следующий объемный состав: H_2=57%; CH_4=23%; CO=6%; CO_2=2%; N_2=12%. Найти кажущуюся молекулярную массу, массовые доли, газовую постоянную, плотность и парциальные давления при 15ºC и 100 кПа.

Задание 15 Вычислить среднюю теплоемкость c_{pm} для воздуха при постоянном давлении в пределах 200-800ºC, считая зависимость теплоемкости от температуры линейной.

Задание 16 Определить среднюю массовую теплоемкость при постоянном объеме, для азота в пределах 200-800ºC считая зависимость теплоемкости от температуры нелинейной.

Задание 17 В закрытом сосуде объемом V=300 л находится воздух при давлении p_1=0,8 МПа и температуре t_1=20 ºC. Какое количество теплоты необходимо подвести для того, чтобы температура воздуха поднялась до t_2=120 ºC? Задачу решить, принимая теплоемкость воздуха постоянной, а также учитывая зависимость теплоемкости от температуры. Определить относительную ошибку, получаемую в первом случае.

Задание 18 В сосуде объемом 300 л находится кислород при давлении p_1=0,2 МПа и температуре t_1=20 ºC. Какое количество теплоты необходимо подвести, чтобы температура кислорода повысилась до t_2=300 ºC? Какое давление установится при этом в сосуде? Зависимость теплоемкости от температуры принять нелинейной.

Задание 19 Продукты сгорания топлива поступают в газоход парового котла при температуре газов $t'_г$=1100 ºC и покидают газоход при температуре $t''_г$=700 ºC. Состав газов по объему: r_{CO2} = 11%; r_{O2} = 6%; r_{H2O} = 8%; r_{N2} = 75%. Определить, какое количество теплоты теряет 1 м³ газовой смеси, взятой при нормальных условиях.

Задание 20 Теплота сгорания топлива, выражаемая в кДж/кг, может быть также выражена в кВт·ч/кг. Принимая теплоту сгорания нефти равной 41900 кДж/кг, каменного угля 29300 кДж/кг, подмосковного бурого угля 10600 кДж/кг, выразить теплоту сгорания перечисленных топлив в кВт·ч/кг.

Задание 21 В сосуд, содержащий 5 л воды при температуре 20 ºC, помещен электронагреватель мощностью 800 Вт. Определить, сколько

времени потребуется, чтобы вода нагревалась до температуры кипения 100 ºС. Потерями теплоты сосуда в окружающую среду пренебречь.

Задание 22 Свинцовый шар падает с высоты h=100 м на твердую поверхность. В результате падения кинетическая энергия шара полностью превращается в теплоту. Одна треть образовавшейся теплоты передается окружающей среде, а две трети расходуются на нагревание шара. Теплоемкость свинца с=0,126 кДж/(кг·К). Определить повышение температуры шара.

Задание 23 Автомобиль массой 1,5 т останавливается под действием тормозов при скорости 40 км/ч. Вычислить конечную температуру тормозов t_2, если их масса равна 15 кг, начальная температура t_1=10 ºС, а теплоемкость стали, из которой изготовлены тормозные части, равна 0,46 кДж/(кг·К). Потерями теплоты в окружающую среду пренебречь.

Задание 24 Сосуд емкостью 90 л содержит воздух при давлении 0,8 МПа и температуре 30 ºС. Определить количество теплоты, которое необходимо сообщить воздуху, чтобы повысить его давление при υ=const до 1,6 МПа. Принять зависимость с=f(t) нелинейной.

Задание 25 Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть 2 м³ воздуха от 100ºС до 500ºС при избыточном постоянном давлении 0,2 МПа? Какую работу совершит при этом воздух? Давление атмосферы принять равным 101235 Па. Объемная средняя изобарная теплоемкость равна 1,3 кДж/(м³·К).

Задание 26 0,2 м³ воздуха с начальной температурой 18 ºС подогревают в цилиндре диаметром 0,5 м при постоянном давлении р=0,2 МПа до температуры 200 ºС. Определить работу расширения, перемещение поршня и количество затраченной теплоты, считая зависимость теплоемкости от температуры линейной.

Раздел 2. Термодинамические процессы газов и паров

1 Устный опрос на практическом занятии

Перечень заданий для письменного опроса:

1. Перечислите все термодинамические процессы и нарисуйте их схематично в PV- и TS -координатах.
2. Изобразите изотермический и изобарический процессы в PV- и TS-координатах.
3. Изобразите изохорический и адиабатный процессы в PV- и TS-координатах
4. Изобразите изотермический и изохорический процессы в PV- и TS-координатах
5. Изобразите изотермический и адиабатный процессы в PV- и TS-координатах
6. Изобразите адиабатный и изобарический процессы в PV- и TS-координатах

7. Изобразите изохорический и изобарический процессы в PV- и TS-координатах

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

1. Работа – это:

А) беспорядочное (хаотическое) движение микрочастиц (атомов, молекул и др.),

Б) передача энергии в результате макроскопического упорядоченного движения микрочастиц,

В) количество передаваемой энергии в результате хаотического, ненаправленного движения микрочастиц

2. Закон Гей-Люссака:

А) $P_1/P_2 = T_1/T_2$

Б) $V_1/V_2 = T_1/T_2$

В) $P_1/P_2 = V_2/V_1$

3. Размерность объемной теплоемкости:

А) Дж/кг К

Б) Дж/м^3 К

В) Дж/кмоль К

4. Изохорный (изохорический) процесс:

А) процесс, происходящий в системе при постоянном объеме

Б) процесс, происходящий в системе при постоянном давлении

В) процесс, происходящий в системе при постоянной температуре

5. Энтропия определяется отношением:

А) $S = dq/dT$

Б) $S = dq/T$

В) $S = dq/d\tau$

6. Единицей измерения давления в (СИ) является_____

7. Степень повышения давления:

А) отношение объемов в цилиндре двигателя при положениях поршня в начале и конце процесса сжатия

Б) отношение наибольшего давления в цилиндре двигателя, образовавшегося в результате подвода теплоты, к давлению в конце процесса сжатия

В) отношение объемов в конце и начале подвода теплоты к рабочему телу при постоянном давлении

8. Выберите правильное выражение :

А) 1 Па = 7,5024* 10^{-3} мм рт.ст.

Б) 1 Па = 0,01 мм рт.ст.

В) 1 Па = 9,81 мм рт. ст.

Г) 1 Па = 100 мм рт.ст.

9. Абсолютное давление для газа, находящегося под разрежением :

А) $P_{абс} = P_{бар} + P_{изб}$

Б) $P_{абс} = P_{бар} - P_{\text{разр}}$

В) $P_{абс} = P_{бар}$

10. Размерность универсальной газовой постоянной R :

А) Дж/(кмоль К)

Б) Дж/ К

В) Дж/(кг К)

Г) Дж/кмоль

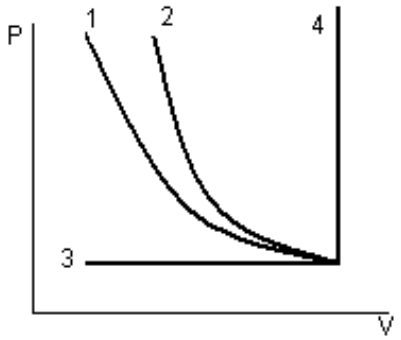
11. Рабочей диаграммой называют координаты :

А) P - V

Б) T - S

В) i - S

12. Определите, какая из кривых является адиабатой:



А) №1

Б) №2

В) №3

Г) №4

13. В каком процессе все подведенное тепло преобразуется в механическую работу

А) в адиабатном

Б) в изохорном

В) в изобарном

Г) в изотермическом

14. Связь между параметрами в изохорическом процессе :

А) $p_1v_1^k = p_2v_2^k$

Б) $v_1/T_1 = v_2/T_2$

В) $p_{1/}T_1 = p_{2/}T_2$

Г) $p_1 v_1 = p_2 v_2$

15. Чему равен показатель политропы в изотермическом процессе:

А) n = 1

Б) n = 0

В) n = к

Г) $n = \pm\infty$

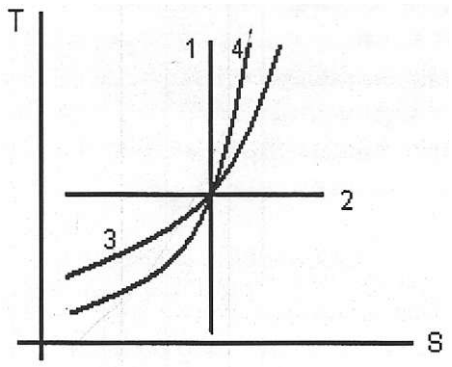
16. Как меняется энтропия в адиабатическом процессе :

А) уменьшается

Б) остается постоянной

В) увеличивается

17. Определите, какая из кривых является изобарой :



А) №1

Б) №2

В) №3

Г) №4

18. Для какого термодинамического процесса справедлива формула работы $l = RT\ln\frac{p_1}{p_2}$:

А) изотермического

Б) изохорного

В) адиабатного

Г) изобарного

19. Для какого термодинамического процесса справедлива формула работы $l = 0$:

А) изотермического
Б) изохорного
В) адиабатного
Г) изобарного

20. Какой процесс сжатия в поршневом компрессоре более экономичен:

А) политропный с отводом тепла
Б) адиабатический
В) политропный с подводом тепла
Г) изохорный
Д) изотермический

21. Что такое степень сухости :

А) масса сухого пара в 1 кг влажного
Б) масса влаги в 1 кг влажного пара
В) масса влаги в 1 кг сухого пара

22. Верхняя пограничная кривая разделяет :

А) кипящую жидкость и сухой насыщенный пар
Б) кипящую жидкость и влажный насыщенный пар
В) влажный насыщенный и перегретый пар

23. Теплота жидкости :

А) количество теплоты, необходимое для превращения 1кг жидкости, нагретой до температуры кипения в сухой насыщенный пар при постоянном давлении (и постоянной температуре)
Б) количество теплоты, необходимое для подогрева для 1кг воды от температуры T_0 = 276 К до температуры насыщения $T_н$
В) количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении в перегретый пар с температурой $T_{пе}$

24. Закон Майера :

А) PV = mRT или Pv = RT
Б) Cp-Cv=R
В) $(p+\frac{a}{v^2})(v-b)=RT$

25. Состояние сухого насыщенного пара однозначно задается заданием :

А) давления и температуры
Б) давления (или температуры)
В) давления и степени сухости

26. Холодильный коэффициент :

А) отношение полезно использованной теплоты цикла (или полученной работы) ко всему количеству подведенной теплоты

Б) отношение количества теплоты, отводимой в обратном цикле от охлаждаемой системы, к затраченной работе

В) отношение количества подведенной теплоты к полезно исполь¬зованной теплоте цикла (или полученной работе

27. Какому термодинамическому процессу соответствует расширение пара в турбине:

А) изохорному

Б) изобарному

В) изотермическому

Г) адиабатному

28. В обратных термодинамических циклах происходит :

А) передача тепла от более нагретого источника к более холодному

Б) передача тепла от более холодного источника к более нагретому

29. Абсолютная влажность воздуха :

А) масса водяного пара в 1 $м^3$ сухого воздуха

Б) масса водяного пара в 1 $м^3$ влажного воздуха

В) масса водяного пара во влажном воздухе

30. Теплоемкость адиабатного процесса :

А) всегда больше нуля

Б) равна нулю

В) равна Cv(n-k)/(n-l)

Г) равна ±∞

31. Установите соответствие между показателем степени термодинамического процесса n и его названием pv^n=const:

n=0	Изобарный процесс
n=1	Изотермический процесс
n	Политропный процесс
n=∞	Изохорный процесс
n=k	Адиабатный процесс

32. _____ — это термодинамическая функция состояния системы, равная сумме внутренней энергии системы и произведения давления на объём

33. _____ — мера беспорядка или хаотичности системы. Можно представить её как меру случайности молекулярного движения частиц в веществе.

34. _____ — линия постоянного давления на термодинамическом графике. То есть это график какого-либо термодинамического процесса, протекающего при неизменном давлении.

35. _____ — линия постоянной температуры на термодинамическом графике. Это изображение процесса, происходящего при неизменной температуре системы

36. Установите соответствие между физической величиной и ее единицей измерения:

А) Энергия	1. Дж
Б) Мощность	2. Вт
В) Работа	
Г) Теплота	

37. Установите соответствие между термином и определением :

Внутренняя энергия	A. Свойство системы количественно отражающее степень хаоса молекулярного движения.
Энтальпия	B. Количество теплоты, необходимое для нагревания единицы массы вещества на единицу температуры.
Энтропия	C. Энергия молекул и атомов внутри вещества, включая кинетическую энергию частиц и потенциальную энергию взаимодействия между ними.
Теплоемкость	D. Суммарное количество теплоты, выделяемое или поглощаемое веществом при изменении агрегатного состояния (например, плавления или кипения).
Удельная теплота фазового перехода	E. Сумма внутренней энергии и произведения давления на объем.

38. Установите соответствие между термином и определением :

Квазистатический процесс	A. Максимальная эффективность теплового двигателя, работающего между источником высокой и низкой температур.
Обратимый процесс	B. Принцип сохранения энергии, утверждающий равенство суммы прироста внутренней энергии и произведённой работы количеству подведенной теплоты.
Необратимый процесс	C. Процесс, бесконечно медленно приближающийся к равновесию во всех промежуточных состояниях.
КПД цикла Карно	D. Любой реальный процесс, сопровождающийся потерями энергии вследствие диссипации, трении, теплопроводности и др., приводящими систему к состоянию неравновесия.
Первый закон термодинамики	E. Теоретически возможный процесс, который протекает без потерь и возможно вернуть систему точно в исходное состояние.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях.

Здания для практических работ

Задание 1

Определить истинную температуру мокрого термометра и температуру точки росы, если состояние влажного воздуха характеризуется параметрами, указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры влажного воздуха

Номер варианта	t, °C	φ, %
1	70	10
2	60	15
3	60	20
4	55	25
5	50	30
6	50	40
7	55	10
8	50	15
9	40	20
10	45	25
11	35	30
12	40	35
13	40	40
14	70	10
15	75	15
16	55	20
17	55	25
18	40	30
19	45	35
20	45	40
21	45	25
22	35	20
23	35	30

Задание 2

В качестве сушильного агента используется воздух с параметрами t_1, и φ_1 (таблица 2). В калорифере он подогревается до температуры t_2 и направляется в сушилку, откуда он выходит при температуре $t_в$. Определить конечное влагосодержание воздуха, расход воздуха и теплоту на 1 кг испаренной влаги.

Таблица 2 – Параметры воздуха

Номер варианта	t_1, °C	t_2, °C	φ_1, %	$t_в$, °C
1	20	80	50	30
2	25	85	60	35
3	30	90	70	30
4	20	95	60	35
5	25	100	50	30
6	30	105	70	35
7	20	110	50	35
8	25	75	60	35
9	30	80	70	30
10	20	85	55	35
11	25	90	65	30
12	30	95	75	35
13	20	100	45	30
14	25	105	40	35
15	30	110	60	30
16	20	85	55	35
17	25	75	60	30
18	30	90	50	35
19	20	95	70	30
20	25	100	55	35
21	30	105	60	30
22	20	110	50	35
23	25	80	50	30
24	30	90	55	35

Контрольные вопросы для самостоятельной работы

1. Что называется абсолютной влажностью воздуха?
2. Что называется относительной влажностью воздуха?
3. Какие процессы обозначают линии в Id-диаграмме?
4. Что такое истинная температура мокрого термометра?

5. Как определить точку росы по Id-диаграмме?
6. В чем состоит графическая особенность Id-диаграммы?
7. Какие задачи можно решать с помощью Id-диаграммы?
8. В каких состояниях может находиться влажный воздух?
9. Как изменяется относительная влажность воздуха при его нагревании и охлаждении?
10. Как рассчитать процесс сушки с помощью Id-диаграммы?

Раздел 3. Термодинамические циклы

1 Устный опрос на практическом занятии

Проводится для определения степени усвоения лекционного и самостоятельно изученного материала.

Перечень вопросов и заданий для устного опроса:

1. Круговые процессы (циклы) – прямые и обратные
2. Цикл Карно
3. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС)
4. Циклы газотурбинных установок (ГТУ)
5. Циклы паротурбинных установок (ПТУ)
6. Цикл поршневого компрессора
7. Циклы холодильных установок
8. Тепловые насосы
9. Представить цикл Тринклера в PV-координатах
10. Представить цикл Отто в TS-координатах
11. Представить цикл Дизеля в PV-координатах
12. Представить цикл Дизеля в TS-координатах
13. Представить цикл Карно в PV-координатах
14. Перевести заданный цикл из рабочей диаграммы в тепловую

2 Деловая игра

Деловая игра проводится на практическом занятии с целью определения степени усвоения материалов лекций и практических занятий.

Представляя игру, преподаватель предлагает обучающимся проанализировать работу паросиловой установки сначала индивидуально, а затем, разбившись на команды по 3-5 человек в каждой команде. Количество команд определяется составом группы.

Ресурсное обеспечение деловой игры: методические указания и таблица (выдаются обучающимся в начале занятия).

Укажите последовательность процессов, происходящих в паросиловой установке

Процесс	**Инд.оц.**	**Гр.оц.**	**Эксперт**	**Инд.ош.**	**Гр.ош.**
Парообразование в котле					
Адиабат.расширение					

пара в турбине					
Подача конденсата в питательный бак с помощью конденс.насоса					
Перегрев пара в пароперегревателе					
Нагрев воды в котле до t кипения					
Повышение давления конденсата при работе питательного насоса					
Подача воды в котел					
Конденсация пара в конденсаторе					
Итого:					

По окончании игры преподаватель:

− предлагает командам проанализировать результаты индивидуальных и коллективного ответов и подвести итог (лучший и худший индивидуальный ответ, итог командной работы и др.);

− отчеты всех команд представляет в виде таблицы на доске и делает окончательный вывод по работе отдельных обучающихся и команд в целом.

Длительность выполнения задания 30-45 минут.

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

1. _____ – количество передаваемой энергии в результате хаотического, ненаправленного движения микрочастиц
2. Закон Бойля-Мариотта:

А) $P_1/P_2 = T_1/T_2$

Б) $V_1/V_2 = T_1/T_2$

В) $P_1/P_2 = V_2/V_1$

3. Размерность мольной теплоемкости в системе СИ _____:
4. Адиабатный (адиабатический) процесс:

А) процесс, происходящий в системе при постоянном объеме

Б) процесс, происходящий в системе при постоянном давлении

В) процесс, происходящий в системе в отсутствие теплообмена тела с окружающей средой

5. Теплоемкость определяется отношением:

А) c = dq/dT

Б) c = dq/T

В) c = dq/dτ

6. В политропном процессе:

А) параметры состояния (P, T, V) не меняются

Б) изменяются 2 параметра состояния из 3 основных (P, T, V)

В) изменяются все 3 основных параметра состояния (P, T, V)

7. Единицей измерения удельной энтальпии в (СИ) является _____

8. Степень предварительного расширения:

А) отношение объемов в цилиндре двигателя при положениях поршня в начале и конце процесса сжатия

Б) отношение наибольшего давления в цилиндре двигателя, образовавшегося в результате подвода теплоты, к давлению в конце процесса сжатия

В) отношение объемов в конце и начале подвода теплоты к рабочему телу при постоянном давлении

9. Выберите из вариантов ответов вариант с основными параметрами состояния рабочего тела :

А) T, S, P

Б) U, i, V

В) T, V , P

Г) T, V , U

Д) S, V , P

10. 1 атм = _____ ат

11. Теплоемкость :

А) количество тепла, поглощаемое телом за единицу времени

Б) количество тепла, выделяемое телом за при охлаждении его от 100°C до 0°C

В) количество тепла, необходимое для нагрева единицы количества вещества на 1°C

12. В T – S - координатах площадь под кривой процесса равна :

А) работе процесса

Б) количеству подведенного тепла

В) количеству отведенного тепла

Г) теплоте процесса

13. Работа в процессе V=const:

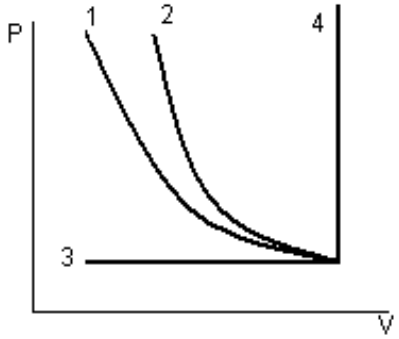
А) $l = p_1 v_1 \ln \frac{p_1}{p_2}$

Б) $l = p(v_2 - v_1)$

В) равна нулю

Г) $l = \frac{1}{k-1}(p_1 v_1 - p_2 v_2)$

14. Определите, какая из кривых является адиабатой :



А) №1
Б) №2
В) №3
Г) №4

15. Связь между параметрами в адиабатическом процессе :

А) $p_1 v_1^k = p_2 v_2^k$
Б) $v_1/T_1 = v_2/T_2$
В) $p_1/T_1 = p_2/T_2$
Г) $p_1 v_1 = p_2 v_2$

16. Пределы изменения показателя политропы n

А) от 0 до +∞
Б) от -∞ до 0
В) от -∞ до +∞
Г) от 0 до k

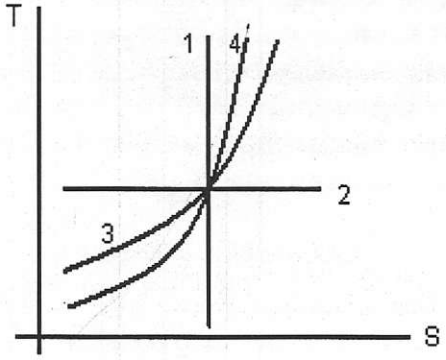
17. Показатель адиабаты к :

А) $k = c_p - c_v$
Б) $k = c_p / c_v$
В) $k = c_v - c_p$
Г) $k = c_v / c_p$

18. Для какого термодинамического процесса справедлива формула работы $l = p(v_2 - v_1)$:

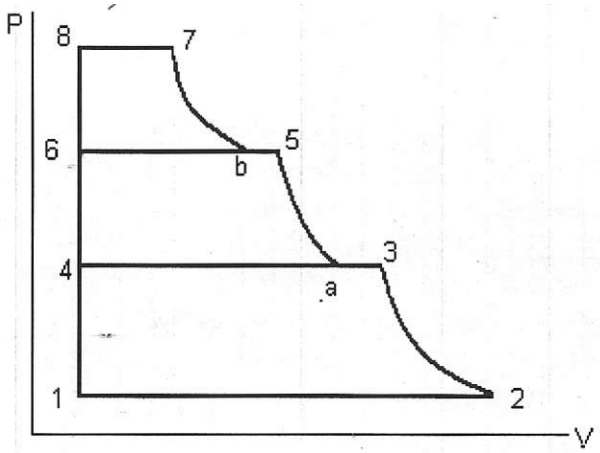
А) изотермического
Б) изохорного
В) адиабатного
Г) изобарного

19. Определите, какая из кривых является изохорой :



А) №1
Б) №2
В) №3
Г) №4

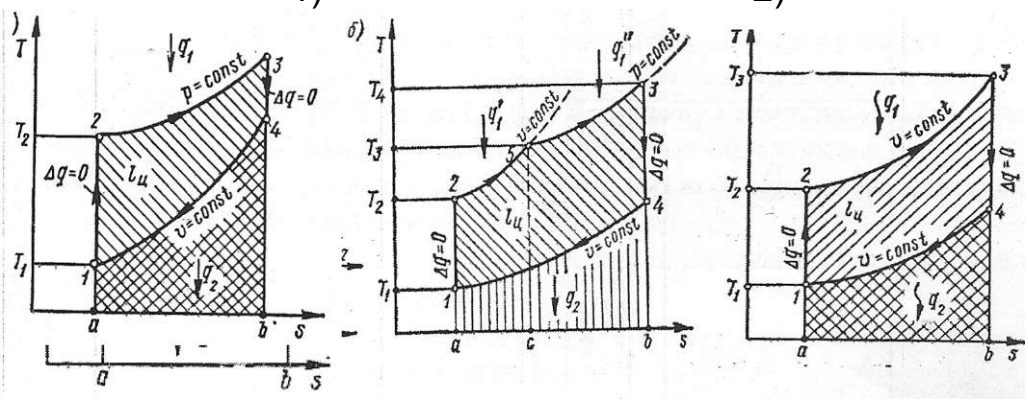
20. В цикле многоступенчатого компрессора линии 3-a и 5-b означают



А) нагнетание в ресивер
Б) сжатие в цилиндре
В) охлаждение в ресивере
Г) всасывание газа в цилиндр

21. На какой из приведенных диаграмм в TS координатах изображен цикл Отто:

1) 2) 3)



22. Верхняя пограничная кривая соответствует параметрам :

А) сухого насыщенного пара

Б) кипящей воды

В) влажного насыщенного пара

23. Теплота перегрева :

А) количество теплоты, необходимое для превращения 1кг жидкости, нагретой до температуры кипения в сухой насыщенный пар при постоянном давлении (и постоянной температуре)

Б) количество теплоты, необходимое для подогрева для 1кг воды от температуры T_0 = 276 К до температуры насыщения $T_н$

В) количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении в перегретый пар с температурой $T_{пе}$

24. Уравнение Менделеева - Клапейрона :

А) PV = mRT или Pv = RT

Б) PVμ = RμT

В) $(p+\frac{a}{v^2})(v-b)=RT$

25. Состояние влажного насыщенного пара однозначно задается заданием :

А) давления и температуры

Б) давления (или температуры)

В) давления и степени сухости

26. Теплоемкость адиабатного процесса :

А) всегда больше нуля

Б) равна нулю

В) равна Cv(n-k)/(n-l)

Г) равна ±∞

27. Обратные термодинамические циклы реализуют работу :

А) тепловых двигателей

Б) холодильных установок

28. Относительная влажность воздуха :

А) отношение абсолютной влажности воздуха к максимально возможной при данном давлении и температуре, когда воздух насыщен водяным паром

Б) отношение масса водяного пара в 1 м^3 влажного воздуха к максимально возможной при данном давлении и температуре, когда воздух насыщен водяным паром

В) отношение масса водяного пара в 1 м^3 сухого воздуха

к максимально возможной при данном давлении и температуре, когда воздух насыщен водяным паром

29. Турбина:

А) тепловая машина, в которой энергия нагретого и сжатого пара (газа) при его расширении превращается в механическую работу

Б) устройство для повышения температуры пара выше температуры насыщения, соответствующей давлению в котле

В) комплекс устройств для получения пара или для нагрева воды под давлением

30. Реальный процесс сжатия в поршневом компрессоре протекает :

А) по изотерме

Б) по адиабате

В) по политропе с n>k

Г) по политропе с n<k

31. _____ — линия постоянного объёма на термодинамическом графике. Значит, изображённый процесс протекает при постоянстве объёма системы.

32. _____ — линия постоянного значения энтропии на термодинамическом графике. Иначе говоря, это процесс, идущий при неизменной величине энтропии системы.

33. _____ — линия постоянного значения энтальпии на термодинамическом графике. Изображает процесс, при котором величина энтальпии остаётся неизменной.

34. _____ — линия, отображающая адиабатический процесс, то есть такой процесс, при котором отсутствует теплообмен между системой и внешней средой.

35. Установите соответствие между термином и определением:

Второй закон термодинамики	A. Устройство, преобразующее теплоту в механическую работу посредством циклических процессов.
Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя	B. Соотношение полезно использованной механической работы к затраченному количеству теплоты.
Тепловая машина	C. Аппарат, предназначенный для охлаждения рабочих тел путём переноса теплоты от менее нагретых тел к более горячим с затратой внешней энергии.
Холодильная установка	D. Физическое утверждение невозможности полного превращения всей полученной системой теплоты в работу.
Регенеративный теплообменник	E. Теплообменник, обеспечивающий передачу части теплоты продуктов горения холодному воздуху перед подачей воздуха в камеру сгорания.

36. Установите соответствие между термином и определением:

Изотермическое расширение	A. Процессы изменения состояния газа, происходящие при постоянных значениях температуры соответственно.

Изохорный нагрев	B. Расширение газа при сохранении постоянной температуры, сопровождаемое передачей теплоты извне.
Изобарный охлаждение	C. Система, не обменивающаяся ни массой, ни энергией с окружающей средой.
Адиабатное сжатие	D. Нагрев газа при фиксированном объёме, сопровождающийся увеличением давления и температуры.
Полностью изолированная система	E. Охлаждение газа при постоянном давлении, приводящее к уменьшению температуры и объёма.

37. Установите соответствие между термином и определением:

Круговой цикл	A. Фундаментальное понятие термодинамической науки, представляющее разность между общей доступной энергией и минимальной работой, необходимой для достижения данной формы энергии.
Прямой цикл	B. Повторяющиеся изменения состояния рабочей среды, возвращающие её в начальную точку, способные производить механическую работу.
Обратный цикл	C. Термически прямой цикл, служащий для производства механической работы путем передачи теплоты от горячего резервуара к холодному.
Эксергия	D. Контрцикл, работающий в обратном направлении для перекачки теплоты от холодного источника к горячему с потреблением внешней энергии.

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях.

Здания для практических занятий

Задание 1

Определения теоретического и действительного КПД

Определение теоретического и действительного КПД при заданных

$$P_1 \text{ и } t_1$$

Для определения энтальпии в координатах i-S строится график процессов теоретического и действительного расширения пара в турбине,. Действительный процесс расширения пара в турбине сопровождается потерями, учитываемыми КПД. В результате линия

действительного процесса (1-2д) отклоняется вправо от идеального (адиабатного) процесса расширения.
$h_0 = i_1 – i_2$ – располагаемый теплоперепад;
$h_i = h_0 \cdot \eta_{0i}$ – действительный теплоперепад,
где η_{0i} – относительный внутренний КПД турбины (выбирается в пределах 71-80%).

Значения энтальпий i_1, i_2, i_{2d} определяются по i-S- диаграмме после построений процессов теоретического и действительного расширения пара в турбине, а энтальпия конденсата i_2 – по таблицам водяного пара по величине давления в конденсаторе P_2=0,004МПа.

Определение теоретического и действительного КПД при заданных

$$P_1^{II} \text{ и } t_1^{II}$$

Изменение термического КПД с использованием пара более высоких начальных параметров P_1^{II} и t_1^{II} определяется по сроответсвующимформула.

Задание 2

Задача студентов – в условиях ограниченного времени расположить процессы, происходящие в паросиловой установке, в нужной последовательности, что будет свидетельствовать о понимании сути процессов, составляющих термодинамический цикл Ренкина. Форма таблицы представлена ниже, таблица 1. Строки таблицы – термодинамические (и нетермодинамические) процессы, протекающие в паросиловой установке. Столбцы (слева направо):

индивидуальная оценка,
командная оценка,
оценка эксперта,
индивидуальная ошибка,
командная ошибка.

Таблица 1 – Блиц-игра «Работа паросиловой установки»

Процесс	Индиви-дуальная оценка	Команд-ная оценка	Эксперт	Индиви-дуальная ошибка	Команд-ная ошибка
Парообразование в котле					
Адиабатное расширение пара в					

турбине					
Подача конденсата в питательный бак с помощью конденсационного насоса					
Перегрев пара в пароперегревателе					
Нагрев воды в котле до температуры кипения					
Повышение давления конденсата при работе питательного насоса					
Подача воды в котел					
Конденсация пара в конденсаторе					
Итого:					

Укажите последовательность процессов, происходящих в паросиловой установке.

Особенности основной части полностью определяются выбранной формой интерактивного занятия (в данном случае – это блиц-игра), а также темой занятия.

Этапы достижения поставленных целей расписаны в таблице 2.

Таблица 2 – Алгоритм действий преподавателя и студентов

Этапы	Преподаватель	Студенты
1	Предлагает студентам ознакомиться с содержанием таблицы 1 и поясняет порядок заполнения графы «Индивидуальная оценка»	Знакомятся
2	Предлагает студентам заполнить графу «Индивидуальная оценка»	Заполняют
3	Предлагает студентам	Составляют команды

	разбиться на группы (команды)	
4	Предлагает командам заполнить графу « Командная оценка»	Обсуждают при наличии разногласий, принимают командное решение и заполняют
5	Предлагает студентам заполнить графу «Эксперт», т.е. предлагает правильный вариант ответа	Заполняют
6	Предлагает студентам заполнить графы «Индивидуальная ошибка» и «Командная ошибка» (по результатам сравнения с ответом эксперта)	Заполняют
7	Предлагает командам обсудить полученные результаты по предложенной схеме обсуждения. Наблюдает за результатами обсуждения и делает выводы.	Принимают схему и обсуждают
8	Предлагает командам доложить результаты обсуждения . По итогам делает вывод и называет команду-победителя.	Выбирают представителя и докладывают

Этапы 1, 2.

На этих этапах преподаватель должен исключить всякую коммуникацию между студентами и Интернетом (можно разместить их по одному человеку на парте и т.д.). На этом этапе важно также, чтобы начальный процесс цикла у всех участников игры был одинаковым, например, начальным процессом в цикле Ренкина все обучающиеся принимают процесс нагрева воды в котле до температуры кипения.

Этапы 3, 4.

На этих этапах происходит сегментация аудитории по желанию участников – формируются команды (в зависимости от количества участников игры по 3-5человек) и организация коммуникации между членами каждой команды.

Этапы 5, 6.

Перед выполнением этих этапов преподаватель кратко излагает методику подсчета ошибок: индивидуальных и командных.

Результативная часть занятия (рефлексия)

Результативная часть занятия традиционно имеет два аспекта – эмоциональный и оценочный. В рамках данного занятия более важным представляется второй аспект, выявляющий отношение участников к содержательному аспекту использованных методик, актуальности выбранной темы и др.

Этапы 7, 8.

Перед выполнением этих этапов преподаватель предлагает при обсуждении результатов ответить на следующие вопросы:

У кого из членов команды лучший результат и какой?

У кого из членов команды худший результат и какой?

Как сработала команда относительно лучшего и худшего результатов?

Если позволяет время, то можно провести рефлексию на эмоциональном уровне примерно по таким вопросам:

Что произвело на вас наибольшее впечатление?

Что вам помогало в процессе занятия для выполнения задания, а что мешало?

Есть ли что-либо, что удивило вас в процессе занятия?

Чем вы руководствовались в процессе принятия решения при работе в команде?

Насколько было толерантным поведение членов команды при принятии командного решения?

Как вы оцениваете свои действия и действия команды?

Если бы вы играли в эту игру еще раз, чтобы вы изменили в модели своего поведения?

Рефлексия заканчивается общими выводами, которые делает педагог на основе анализа этапа 7 (см. таблицу 2). Здесь преподаватель должен организовать коммуникации между командами. Этот шаг является особенно эффективным, если занятие проводится с достаточно большой аудиторией. Этот этап требует определенной квалификации преподавателя в области педагогики и психологии обучения, но чрезвычайно эффективен с точки зрения мотивации студентов, т.к. анализируя обсуждение в командах, преподаватель имеет возможность оценить уровень сформированности некоторых общекультурных компетенций у некоторых студентов (к сожалению, не у всех, а только у тех, кто проявлял активность в дискуссии). Уровень же

профессиональных компетенций по выбранной теме оценивается по столбцу таблицы 1 «Индивидуальная оценка».

Контрольные вопросы

1. Опишите работу холодильной установки.
2. Изобразите идеальный цикл парокомпрессорной холодильной установки в TS – диаграмме.
3. Что такое холодильный коэффициент?
4. Что такое холодопроизводительность?
5. С какой целью вводится Pi – диаграмма?
6. Что такое степень сухости пара?
7. Опишите порядок выполнения лабораторной работы.

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

Оценивание обучающегося на экзамене по результатам текущего контроля

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.