

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 11.04.2023 11:25:13
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883e4d089

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

(СялГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУИС в г. Шатском Новгороде
протокол от 28 июня 2022 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала
 Н.Н. Маланичева
05 июля 2022 г.



Теплотехника
рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.03 Полножизненный состав железных дорог

Специализация: Грузовые вагоны

Форма обучения: очная

Нижний Новгород 2022

Программу составил: Корсаков С.М.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация «Грузовые вагоны» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 215

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»

Протокол от «18» июня 2022 г. № 11

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц. _____



подпись

С.М. Корсаков

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цель и задачи дисциплины изучения дисциплины

Основной целью изучения дисциплины «Теплотехника» является овладение знаниями в области теоретических основ теплотехники с учетом дальнейшего обучения и подготовки к профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- выработка практических навыков решения задач термодинамики и теплопередачи путем изучения методов и алгоритмов построения математических моделей движения или состояния рассматриваемых термодинамических систем, а также методов исследования их математических моделей;
- воспитание естественнонаучного мировоззрения на базе изучения основных законов термодинамики.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	
ОПК-1.2. Применяет основные понятия и законы естественных наук для решения предметно-профильных задач	Знать: - основные категории термодинамики и теплопередачи; - законы превращения энергии в различных термодинамических процессах - способы контроля за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации ПС
	Уметь: - применять законы термодинамики; - выбирать параметры агрегатов и систем наземных транспортно-технологических средств с целью получения оптимальных эксплуатационных характеристик - выполнять расчеты топливно-экономических свойств ПС
	Владеть: - основными категориями термодинамики; - законами термодинамики - способами осуществления контроля за параметрами технологических процессов для производства новых и эксплуатации образцов ПС
ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений; проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты	Знать: - методику проведения экспериментов - основное оборудование для проведения экспериментов - математические методы обработки данных
	Уметь: - проводить физические измерения - обрабатывать результаты физических измерений; - представлять результаты эксперимента

	Владеть: - методикой постановки физического эксперимента - методами расчета погрешностей измерений при проведении физического эксперимента. - навыками анализа экспериментальных данных
--	---

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Теплотехника» относится к обязательной части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций, индикаторов
Осваиваемая дисциплина		
Б1.О.17	Теплотехника	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3)
Предшествующие дисциплины		
Б1.О.015	Химия	ОПК-1
Б1.О.10	Физика	ОПК-1
Дисциплины, осваиваемые параллельно		
Последующие дисциплины		
Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-1

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы (семестры)
		2 (3)
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	108	108
- зачетных единиц	3	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	48,25	48,25
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	48,25	48,25
в т.ч.:		
лекции	16	16
практические занятия		
лабораторные работы	32	32
КА	0,25	0,25
КЭ		
в т.ч. в интерактивной форме		
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	8,75	8,75
Самостоятельная работа (всего), часов	51	51
в т.ч. на выполнение:		

контрольной работы		
расчетно-графической работы		
реферата		
РГР		
курсового проекта		
Виды промежуточного контроля	За	За
Текущий контроль (вид, количество)		

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Темы и краткое содержание курса Введение

Термодинамика и ее значение в профессии образующих дисциплинах. Тепловые установки и их роль в энергетике страны. Топливные ресурсы и топливный баланс. Энергетическое и технологическое использование топлива.

Раздел 1. ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 1. Основные понятия термодинамики

Предмет технической термодинамики. Основные определения. Параметры состояния рабочего тела.

Тема 2. Идеальные газы

Основные законы идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа. Характеристическая газовая постоянная. Универсальная газовая постоянная. Понятие об уравнении состояния реального газа.

Смеси идеальных газов. Способы задания смеси газов. Соотношение между массовыми и объемными долями. Определение кажущейся молекулярной массы смеси газов. Уравнение состояния для смеси газов. Определение парциальных давлений.

Теплоемкость идеальных газов. Зависимость теплоемкости от температуры. Средняя и истинная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном давлении и постоянном объеме. Определение количества тепла. Теплоемкость смеси газов. Первый закон термодинамики. Определение термодинамического процесса. Равновесный и неравновесный процессы. Обратимый и необратимый процессы. Изображение термодинамических процессов в $p-v$ -диаграмме. Работа расширения или сжатия газа. Внутренняя энергия как функция состояния рабочего тела. Энтальпия идеальных газов. Сущность первого закона термодинамики. Аналитическое выражение Первого закона термодинамики. Понятие об энтропии идеального газа как функции состояния. Ts -диаграмма. Графическое изображение теплоты процесса в Ts -диаграмме. Процессы изменения состояния идеальных газов. Основные процессы: изохорный, изобарный, изометрический, адиабатный. Аналитическое исследование этих процессов и графическое в $p-v$ - и Ts -диаграммах. Политропные процессы и их анализ.

Тема 3. Термодинамические процессы

Второй закон термодинамики. Круговые термодинамические процессы (циклы). Прямые и обратные циклы. Оценка эффективности прямого и обратного циклов. Прямой и обратный обратимые циклы Карно. Теорема Карно. Среднеинтегральная температура подвода и отвода тепла в цикле. Сущность Второго закона термодинамики и его основные формулировки. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Возрастание энтропии конечной изолированной системы в необратимых процессах. Опровержение идеалистической теории «тепловой смерти» вселенной.

Тема 4. Водяной пар

Водяной пар. Процесс парообразования в p - v - и T - s -диаграммах. Определение параметров воды и водяного пара. Таблицы воды и водяного пара, i - s -диаграмма водяного пара. Расчет основных термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и i - s -диаграммы

Тема 5. Влажный воздух

Влажный воздух. Определение влажного воздуха. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Влагосодержание воздуха. Температура «точки росы». Удельный объем и энтальпия влажного воздуха. i - d -диаграмма влажного воздуха.

Раздел 2. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Тема 6. Теплопроводимость

Температурное поле. Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенок в стационарных условиях.

Конвективный теплообмен. Особенности течения жидкостей в условиях естественной и вынужденной конвекции. Коэффициент теплоотдачи. Понятие о теории подобия. Характерные критерии и основные формулы для расчета конвективного теплообмена в различных условиях течения. Теплообмен при кипении жидкостей и конденсации паров.

Тема 7. Теплоперенос

Теплоперенос излучением. Основные понятия и определения. Основные законы лучистого теплообмена. Лучистый теплообмен между телами, роль экранов.

Теплопередача и теплообменные аппараты. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Виды теплообменных аппаратов. Рекуперативные и регенеративные теплообменники. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Средний температурный напор. Основы расчета рекуперативных теплообменников.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС
		ЛК	ЛР	ПЗ	
2 курс					
3 семестр					
Раздел 1. Техническая термодинамика					
Тема 1. Основные понятия термодинамики	6				6
Тема 2. Идеальные газы	10	4			6
Тема 3. Термодинамические процессы	10	4			6
Тема 4. Водяной пар	10	4			6
Тема 5. Влажный воздух	21		12		9
Раздел 2 . Теплопередача					
Тема 6. Теплопроводимость	36	4	20		12
Тема 7. Теплоперенос	6				6
КА	0,25				
КЭ					
Контроль	8,75				
Всего за 2 курс	108	16	32		51
Итого	108	16	32		51

4.3. Тематика лабораторных работ

Тема лабораторных работ	Количество часов
	всего
2 курс	
3 семестр	
Лабораторная работа №1 Исследование состояний влажного воздуха	12
Лабораторная работа №2 Тема: Определение коэффициента теплопроводности изоляционного материала методом трубы. Определение коэффициента лучеиспускания твердого серого тела и степени его черноты. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции воздуха	20
Всего за 2 курс	32
Итого	32

4.4. Тематика практических занятий

Учебным планом практические занятия не предусмотрены.

4.5. Тематика контрольных работ

Учебным планом контрольные работы не предусмотрены.

5. Учебно-методическое обеспечение

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	вид работы
2 курс		

3 семестр		
Тема 1. Основные понятия термодинамики	6	Работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации
Тема 2. Идеальные газы	6	Работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации
Тема 3. Термодинамические процессы	6	Работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации
Тема 4. Водяной пар	6	Работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации
Тема 5. Влажный воздух	9	Работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации
Тема 6. Теплопроводимость	12	Работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации
Тема 7. Теплоперенос	6	Работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации
Итого	51	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала
- методические рекомендации по самостоятельной работе – сайт филиала.

6. Фонд оценочных средств

Состав фонда оценочных средств

Вид оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	учебным планом не предусмотрено
Промежуточный контроль	
Зачет	1

Фонд оценочных средств в приложении к рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7. 1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
Л1.1	Смирнова М. В.	Теоретические основы теплотехники: учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 237 с. — режим доступа: https://urait.ru/bcode/476502	Электронный ресурс
Л1.2	Ерофеев В. Л.	Теплотехника. Практикум : учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 395 с. — режим доступа: https://urait.ru/bcode/450867	Электронный ресурс
Л1.3	Крылов В. И.	Теплотехника : учеб. пособие	Санкт-Петербург: ПГУПС, 2014. — 71 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/49124	Электронный ресурс
7. 2. Дополнительная литература				

Л2.1	Ерофеев В. Л.	Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 199 с. — (Высшее образование). — режим доступа: https://urait.ru/bcode/448363	Электронный ресурс
Л2.2	Ерофеев В. Л.	Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 308 с. — режим доступа: https://urait.ru/bcode/448239	Электронный ресурс
Л2.3	Калекин В. С.	Гидравлика и теплотехника : учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 318 с. — режим доступа: https://urait.ru/bcode/457000	Электронный ресурс
Л2.4	Карминский В.Д.	«Техническая термодинамика и теплопередача» курс лекций	М.: Маршрут.- 2005.-224 с.	78

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

1. Официальный сайт филиала
2. Электронная библиотечная система
4. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе освоения дисциплины студенты должны посетить лекционные и лабораторные занятия, участвовать в дискуссиях по установленным темам, проводить самостоятельную работу, сдать зачет.

Указания для освоения теоретического и практического материала

1. Обязательное посещение лекционных и лабораторных занятий по дисциплине с конспектированием излагаемого преподавателем материала в соответствии с расписанием занятий.

2. Получение в библиотеке рекомендованной учебной литературы и электронное копирование рабочей программы с методическими рекомендациями, конспекта лекций.

3. При подготовке к лабораторным занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

4. Рекомендуется следовать советам лектора, связанным с освоением предлагаемого материала, использовать рекомендованные ресурсы информационно - телекоммуникационной сети «интернет», а также использование библиотеки филиала для самостоятельной работы.

Подготовка к зачету предполагает:

- изучение рекомендуемой литературы;
- изучение конспектов лекций.

10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: Microsoft Office 2003 и выше.

Профессиональные базы данных, используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» - http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.1

11. Описание материально - технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - аудитория № 401. Специализированная мебель: столы ученические - 32 шт., стулья ученические - 64 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины - комплект презентаций (хранится на кафедре).

11. 2. Перечень лабораторного оборудования

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа) - Лаборатория «Теплотехника», аудитория № 504. Специализированная мебель: столы ученические - 9 шт., стулья ученические - 18 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Лабораторное оборудование: лабораторная установка для определения степени черноты (1 шт.); лабораторная установка определения коэффициента теплоотдачи методом трубы (1 шт.); лабораторная установка определения коэффициента теплопроводности методом трубы (1 шт.).

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине

ТЕПЛОТЕХНИКА

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций и индикаторов

ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

ОПК-1.2. Применяет основные понятия и законы естественных наук для решения предметно-профильных задач

ОПК-1.3. Применяет естественнонаучные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений; проводит эксперименты по заданной методике и анализирует результаты

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)
Этап 2. Формирование умений	Лабораторные работы	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Лабораторные работы	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Зачет	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатора	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)	- посещение лекционных занятий; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждом занятии	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов	участие в дискуссии

Этап 2. Формирование умений	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)	- выполнение лабораторной работы,	- успешное самостоятельное проведение лабораторного опыта	лабораторная работа
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)	- выполнение лабораторной работы,	- успешное самостоятельное проведение лабораторного опыта	лабораторная работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)	- зачет	- ответы на вопросы зачета	устный ответ

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатора	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-1 (ОПК-1.2)	Знать: основные категории термодинамики и теплопередачи; Уметь: применять законы термодинамики; Владеть: основными категориями термодинамики;	Знать: законы превращения энергии в различных термодинамических процессах Уметь: выбирать параметры агрегатов и систем наземных транспортно-технологических средств с целью получения оптимальных эксплуатационных характеристик Владеть: законами термодинамики	Знать: способы контроля за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации ПС Уметь: выполнять расчеты топливно-экономических свойств ПС Владеть: способами осуществления контроля за параметрами технологических процессов для производства новых и эксплуатации образцов ПС
ОПК-1 (ОПК-1.3.)	Знать: методику проведения экспериментов Уметь: проводить физические измерения Владеть: методикой постановки физического эксперимента	Знать: основное оборудование для проведения экспериментов Уметь: обрабатывать результаты физических измерений; Владеть: методами расчета погрешностей измерений при проведении физического эксперимента.	Знать: математические методы обработки данных Уметь: представлять результаты эксперимента Владеть: навыками анализа экспериментальных данных

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижений компетенций

а) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. - прочно усвоил предусмотренной программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы. - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов - без ошибок выполнил практическое задание.
Незачет	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции, индикатора	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3.)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия: вопросы для обсуждения (методические рекомендации для проведения практических занятий)
	Этап 2. Формирование умений	- лабораторная работа
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- лабораторная работа
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к зачету (приложение 1)

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Зачет

Зачет проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении зачета учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины). При ответе на вопросы студентам необходимо определить схему дальнейшего решения поставленной задачи. Также при ответе на вопросы необходимо провести анализ напряженно-деформируемого состояния конструкции.

Лабораторная работа

Проведение лабораторных работ позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного экспериментирования. Включает подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, составление схемы-плана опыта, его проведение и описание. Учащиеся приобретают умения и навыки, необходимые им в последующей профессиональной деятельности и способствуют формированию причинно-следственных связей законов физики и исследуемых явлений.

**Вопросы к зачету
2 курс 3 семестр**

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Понятие идеального газа, уравнение состояния идеальных газов.
2. Смеси идеальных газов, парциальное давление, закон Дальтона, закон Амага, уравнение Менделеева – Клапейрона, равновесный процесс.
3. Теплоемкость газа.
4. Работа при расширении газов.
5. Первый закон термодинамики.
6. Понятия энтальпии.
7. Понятие энтропии идеального газа.
8. Понятие о изохорном процессе.
9. Понятие о изобарном процессе.
10. Понятие о изотермическом процессе.
11. Понятие о адиабатическом процессе.
12. Понятие о политропном процессе.
13. Формулировки второго закона термодинамики.
14. Прямой цикл Карно.
15. Обратный цикл Карно.
16. Понятие о эксергии.
17. Реальные газы, водяной пар, процесс парообразования, его характеристики.
18. Процесс парообразования (по p, v – диаграмме).
19. Параметры влажного воздуха, I, d – диаграмма.
20. Уравнение первого закона термодинамики для потока.
21. Сопло Лаваля.
22. Дросселирование паров и газов.
23. Объемный компрессор.
24. Многоступенчатый компрессор.
25. Циклы паровых компрессорных установок.
26. Способы повышения КПД паросиловых установок.
27. Цикл работы поршневого двигателя.
28. Цикл Ренкина.
29. Цикл газотурбинной установки (ГТУ).
30. Цикл паротурбинных установок.
31. Способы передачи тепла, количественные характеристики переноса тепла.
32. Теплопроводность плоской стенки.
33. Основы расчета коэффициентов теплоотдачи при естественной конвекции.
34. Лучистый теплообмен, закон Планка, закон Стефана – Больцмана, закон Ламберта, закон Кирхгофа.
35. Теплопроводность, коэффициент теплопроводности, перенос тепла теплопроводностью при стационарном режиме.
36. Конвекция, основной закон конвекции, вынужденная и свободная конвек-

ция.

37. Теория подобия, число Рейнольдса, число Прандтля, число Грасгофа, число Нуссельта.
38. Теплопередача через цилиндрическую стенку.
39. Основы расчета теплообменных аппаратов.
40. Что называется теплообменом?
41. Назовите способы переноса теплоты в пространство и теплообмена между телами.
42. Что представляет собой процесс теплопроводности?
43. Назовите назначение теплообменных аппаратов. Как они различаются по принципу действия и конструктивному оформлению?

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Применять закон Дальтона, закон Амага, при решении задач.
2. Применять уравнение Менделеева – Клапейрона, при решении задач.
3. Определить теплосмеси газа.
4. Определить работу при расширении газов.
5. Применять первый закон термодинамики.
6. Определять основные термодинамические параметры при изохорном процессе.
7. Определять основные термодинамические параметры при изобарном процессе.
8. Определять основные термодинамические параметры при изотермическом процессе.
9. Определять основные термодинамические параметры при адиабатическом процессе.
10. Определять основные термодинамические параметры при политропном процессе.
11. Применять второго закона термодинамики при решении задач.
14. Применять цикл Карно.
15. Применять обратный цикл Карно.
16. Определять основные термодинамические параметры водяного пара.
17. Использование (p, v – диаграмме) при парообразовании.
18. Определять параметры влажного воздуха, I, d – диаграмма.
19. Применять уравнение первого закона термодинамики для потока.
20. Определять параметры при дросселировании паров и газов.
21. Определять параметры объемного компрессора.
24. Определять параметры многоступенчатого компрессора.
25. Определить параметры цикла паровых компрессорных установок в характеристических точках.
26. Определить параметры цикла поршневого двигателя в характеристических точках.
28. Определить параметры цикла Ренкина в характеристических точках.
29. Определить параметры цикла газотурбинной установки (ГТУ) в характери-

стических точках.

30. Определить параметры цикла паротурбинных установок в характеристических точках.
31. Определить коэффициенты теплоотдачи при естественной конвекции.
32. Конвекция, основной закон конвекции, вынужденная и свободная конвекция.
33. Определить коэффициент теплопроводности.
34. Определить коэффициент лучеиспускания.
35. Определить степень черноты серого тела.
36. Описать процесс теплопередачи через плоскую стенку.
37. Описать процесс теплопередачи через цилиндрическую стенку.
38. Определить коэффициент теплопроводности, переноса тепла при стационарном режиме.

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

1. Методика расчета основных термодинамических параметров при изохорном процессе.
2. Методика расчета основных термодинамических параметров при изобарном процессе.
3. Методика расчета основных термодинамических параметров при изотермическом процессе.
4. Методика расчета основных термодинамических параметров при адиабатном процессе.
5. Методика расчета основных термодинамических параметров при политропном процессе.
6. Методика расчета основных термодинамических параметров при дросселировании пара (газа).
7. Методика расчета основных параметров цикла поршневого двигателя в характеристических точках.
8. Методика расчета основных параметров цикла поршневого двигателя в характеристических точках.
9. Методика расчета основных параметров цикла газотурбинной установки (ГТУ) в характеристических точках.
10. Методика расчета коэффициента теплопроводности через многослойную стенку.
11. Методика расчета коэффициента теплопроводности через цилиндрическую стенку.
12. Методика расчета коэффициента теплоотдачи.

Приложение 2.

- 1. Назовите термические параметры состояния.**

1. масса, плотность, удельный вес
 2. давление, удельный объем, температура
 3. работа, теплоемкость, теплота
 4. молекулярная масса, объем, газовая постоянная
- Правильный ответ: 2

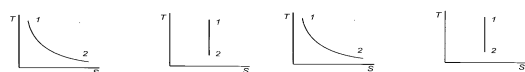
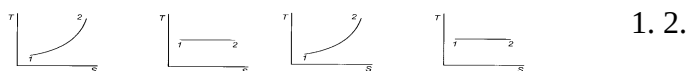
2. Вопрос на соответствие:

Уравнение состояния идеального газа

Уравнению состояния идеального газа соответствует:	$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$
	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$
	$PV = mRT$
	$L = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$

Правильный ответ: 3

3. Где изображен изотермический процесс?



3. 4.



Правильный ответ: 2

4. Чему равна работа в изохорном процессе?

- $L = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$
1. $L = 0$
 2. $L = 0$
 3. $L = m \cdot P \cdot (V_2 - V_1)$
 4. $L = \frac{m}{\kappa - 1} \cdot (P_1 \cdot V_1 - P_2 \cdot V_2)$

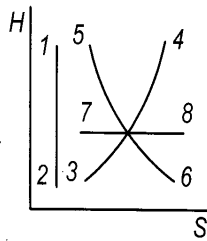
Правильный ответ: 2

5. Для какого процесса справедливо соотношение $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$

1. изобарный
2. изохорный
3. изотермический
4. адиабатный.

Правильный ответ: 2

6. Где изображен адиабатный процесс?



1. 1–2
2. 3–4
3. 5–6
4. 7–8

Правильный ответ: 1

7. В изобарном процессе температура газа при расширении:

1. уменьшается
2. остается постоянной
3. увеличивается
4. равна 0

Правильный ответ: 3

8. Чему равно изменение внутренней энергии в изотермическом процессе?

1. $\Delta U = c_v \cdot (T_2 - T_1)$
2. $\Delta U = 0$
3. $\Delta U = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $\Delta U = c_v \cdot (T_1 - T_2)$

Правильный ответ: 2

9. Чему равно количество теплоты в адиабатном процессе?

1. $q = c_v \cdot (T_2 - T_1)$
2. $q = 0$
3. $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $q = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$

Правильный ответ: 2

10. Какое соотношение верно?

- $\frac{c_p}{c_v} > 1$ 2. $\frac{c_p}{c_v} < 1$ 3. $\frac{c_p}{c_v} = 1$ 4. $\frac{c_p}{c_v} = 0$
 Правильный ответ: 1

11. Чем отличаются массовая c , объемная c' и мольная c_μ теплоемкости?

1. температурой рабочего тела
 2. количеством тепла, подводимого к рабочему телу
 3. единицей измерения количества рабочего тела
 4. параметрами, при которых происходит процесс
- Правильный ответ: 3

12. Способы задания состава газовой смеси:

1. массовыми, объемными, мольными долями
 2. по химическому составу компонентов
 3. по количеству атомов, входящих в состав смеси компонентов
 4. по химической активности компонентов
- Правильный ответ: 1

13. Аналитическое выражение первого закона термодинамики:

1. $PV = m \cdot R \cdot T$
2. $P_1 \cdot V_1^k = P_2 \cdot V_2^k$
3. $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $q = \Delta U + l$

Правильный ответ: 4

14. Назовите калорические параметры состояния

1. теплота, работа, теплоёмкость
 2. внутренняя энергия, энтальпия, энтропия
 3. молекулярная масса, парциальное давление, температура
 4. коэффициент Пуассона, показатель политропы, газовая постоянная
- Правильный ответ: 2

15. Какая величина остается постоянной в политропном процессе в идеальном газе?

1. давление
2. температура
3. теплоёмкость
4. объём

Правильный ответ: 3

16. Чему равен показатель политропы в изобарном процессе?

1. $n = \pm \infty$
2. $n = 0$
3. $n = 1$
4. $n = k$

Правильный ответ: 2

17. Площадь под кривой процесса в PV-координатах численно равна

1. теплоте
2. энтальпии
3. работе
4. объёму

Правильный ответ: 3

18. Площадь под кривой процесса в TS-координатах численно равна

1. работе
2. теплоёмкости
3. теплоте
4. температуре

Правильный ответ: 3

19. Если тепло к газу подводится, то энтропия

1. уменьшается
2. увеличивается
3. остается постоянной
4. зависит от изменения температуры

Правильный ответ: 2

20. При увеличении объёма газа работа

1. совершается
2. затрачивается
3. остается постоянной
4. зависит от давления

Правильный ответ: 1

21. Назовите термические параметры состояния.

1. масса, плотность, удельный вес
2. давление, удельный объем, температура
3. работа, теплоемкость, теплота
4. молекулярная масса, объем, газовая постоянная

Правильный ответ: 2

22. Уравнение состояния идеального газа

1. $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

2. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$

3. $PV = mRT$

4. $L = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$

Правильный ответ: 3

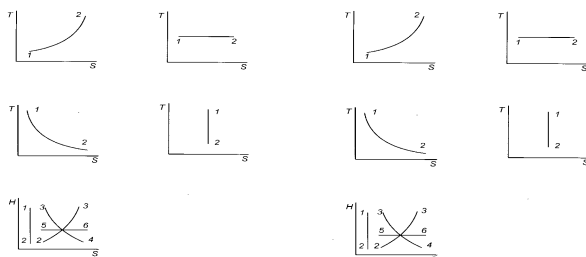
23. Где изображен изотермический процесс?



1. 2.



3. 4.



Правильный ответ: 2

24. Чему равна работа в изохорном процессе?

1. $L = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$ 2. $L = 0$
 3. $L = m \cdot P \cdot (V_2 - V_1)$ 4. $L = \frac{m}{\kappa - 1} \cdot (P_1 \cdot V_1 - P_2 \cdot V_2)$

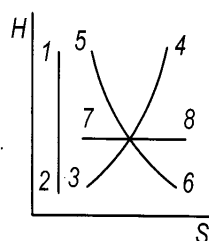
Правильный ответ: 2

25. Для какого процесса справедливо соотношение $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$

1. изобарный
 2. изохорный
 3. изотермический
 4. адиабатный.

Правильный ответ: 2

26. Где изображен адиабатный процесс?



1. 1–2
 2. 3–4
 3. 5–6
 4. 7–8

Правильный ответ: 1

27. В изобарном процессе температура газа при расширении:

1. уменьшается
 2. остается постоянной
 3. увеличивается
 4. равна 0

Правильный ответ: 3

28. Чему равно изменение внутренней энергии в изотермическом процессе?

1. $\Delta U = c_v \cdot (T_2 - T_1)$
2. $\Delta U = 0$
3. $\Delta U = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $\Delta U = c_v \cdot (T_1 - T_2)$

Правильный ответ: 2

29. Чему равно количество теплоты в адиабатном процессе?

1. $q = c_v \cdot (T_2 - T_1)$
2. $q = 0$
3. $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $q = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$

Правильный ответ: 2

30. Какое соотношение верно?

- $\frac{c_p}{c_v} > 1$ 2. $\frac{c_p}{c_v} < 1$ 3. $\frac{c_p}{c_v} = 1$ 4. $\frac{c_p}{c_v} = 0$

Правильный ответ: 1

31. Чем отличаются массовая c , объемная c' и мольная c_μ теплоемкости?

1. температурой рабочего тела
2. количеством тепла, подводимого к рабочему телу
3. единицей измерения количества рабочего тела
4. параметрами, при которых происходит процесс

Правильный ответ: 3

32. Способы задания состава газовой смеси:

1. массовыми, объемными, мольными долями
2. по химическому составу компонентов
3. по количеству атомов, входящих в состав смеси компонентов
4. по химической активности компонентов

Правильный ответ: 1

33. Аналитическое выражение первого закона термодинамики:

1. $PV = m \cdot R \cdot T$
2. $P_1 \cdot V_1^K = P_2 \cdot V_2^K$
3. $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $q = \Delta U + l$

Правильный ответ: 4

34. Назовите калорические параметры состояния

1. теплота, работа, теплоёмкость
2. внутренняя энергия, энтальпия, энтропия
3. молекулярная масса, парциальное давление, температура
4. коэффициент Пуассона, показатель политропы, газовая постоянная

Правильный ответ: 2

35. Какая величина остается постоянной в политропном процессе в идеальном газе?

1. давление
2. температура
3. теплоёмкость
4. объём

Правильный ответ: 3

36. Чему равен показатель политропы в изобарном процессе?

1. $n = \pm \infty$
2. $n = 0$
3. $n = 1$
4. $n = \kappa$

Правильный ответ: 2

37. Площадь под кривой процесса в PV-координатах численно равна

1. теплоте
2. энтальпии
3. работе
4. объёму

Правильный ответ: 3

38. Площадь под кривой процесса в TS-координатах численно равна

1. работе
2. теплоёмкости
3. теплоте
4. температуре

Правильный ответ: 3

39. Если тепло к газу подводится, то энтропия

1. уменьшается
2. увеличивается
3. остается постоянной
4. зависит от изменения температуры

Правильный ответ: 2

40. При увеличении объёма газа работа

1. совершается
2. затрачивается
3. остается постоянной
4. зависит от давления

Правильный ответ: 1

41. Назовите термические параметры состояния.

1. масса, плотность, удельный вес
2. давление, удельный объем, температура
3. работа, теплоемкость, теплота
4. молекулярная масса, объем, газовая постоянная

Правильный ответ: 2

42. Уравнение состояния идеального газа

1. $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$

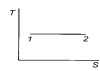
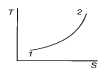
2. $P_2 = \rho_2$

3. $PV = mRT$

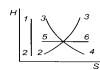
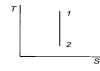
4. $L = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$

Правильный ответ: 3

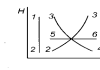
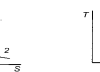
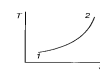
43. Где изображен изотермический процесс?



1. 2.



3. 4.



Правильный ответ: 2

44. Чему равна работа в изохорном процессе?

1. $L = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$ 2. $L = 0$

3. $L = m \cdot P \cdot (V_2 - V_1)$ 4. $L = \frac{m}{\kappa - 1} \cdot (P_1 \cdot V_1 - P_2 \cdot V_2)$

Правильный ответ: 2

45. Для какого процесса справедливо соотношение $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$

1. изобарный

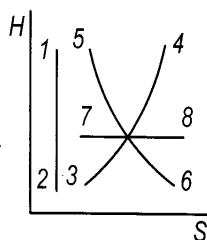
2. изохорный

3. изотермический

4. адиабатный.

Правильный ответ: 2

46. Где изображен адиабатный процесс?



1. 1–2
2. 3–4
3. 5–6
4. 7–8

Правильный ответ: 1

47. В изобарном процессе температура газа при расширении:

1. уменьшается
2. остается постоянной
3. увеличивается
4. равна 0

Правильный ответ: 3

48. Чему равно изменение внутренней энергии в изотермическом процессе?

1. $\Delta U = c_v \cdot (T_2 - T_1)$
2. $\Delta U = 0$
3. $\Delta U = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $\Delta U = c_v \cdot (T_1 - T_2)$

Правильный ответ: 2

49. Чему равно количество теплоты в адиабатном процессе?

1. $q = c_v \cdot (T_2 - T_1)$
2. $q = 0$
3. $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $q = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$

Правильный ответ: 2

50. Какое соотношение верно?

1. $\frac{c_p}{c_v} > 1$
2. $\frac{c_p}{c_v} < 1$
3. $\frac{c_p}{c_v} = 1$
4. $\frac{c_p}{c_v} = 0$

Правильный ответ: 1

51. Чем отличаются массовая c , объемная c' и молярная c_μ теплоемкости?

1. температурой рабочего тела
2. количеством тепла, подводимого к рабочему телу
3. единицей измерения количества рабочего тела
4. параметрами, при которых происходит процесс

Правильный ответ: 3

52. Способы задания состава газовой смеси:

1. массовыми, объемными, мольными долями
2. по химическому составу компонентов
3. по количеству атомов, входящих в состав смеси компонентов
4. по химической активности компонентов

Правильный ответ: 1

53. Аналитическое выражение первого закона термодинамики:

1. $PV = m \cdot R \cdot T$
2. $P_1 \cdot V_1^K = P_2 \cdot V_2^K$
3. $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $q = \Delta U + l$

Правильный ответ: 4

54. Назовите калорические параметры состояния

1. теплота, работа, теплоёмкость
2. внутренняя энергия, энтальпия, энтропия
3. молекулярная масса, парциальное давление, температура
4. коэффициент Пуассона, показатель политропы, газовая постоянная

Правильный ответ: 2

55. Какая величина остается постоянной в политропном процессе в идеальном газе?

1. давление
2. температура
3. теплоёмкость
4. объём

Правильный ответ: 3

56. Чему равен показатель политропы в изобарном процессе?

1. $n = \pm \infty$
2. $n = 0$
3. $n = 1$
4. $n = k$

Правильный ответ: 2

57. Площадь под кривой процесса в PV-координатах численно равна

1. теплоте
2. энтальпии
3. работе
4. объёму

Правильный ответ: 3

58. Площадь под кривой процесса в TS-координатах численно равна

1. работе
2. теплоёмкости
3. теплоте
4. температуре

Правильный ответ: 3

59. Если тепло к газу подводится, то энтропия

1. уменьшается
2. увеличивается
3. остается постоянной
4. зависит от изменения температуры

Правильный ответ: 2

60. При увеличении объёма газа работа

1. совершается
2. затрачивается
3. остается постоянной
4. зависит от давления

Правильный ответ: 1