Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волхонов Михаил Станиславович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.09.2026 13:58:00
Уникальный программный ключ:
40a6db1879d6a9ee29ec8e0ffb2f95e4614a0998

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ
декан инженерно-технологического факультета

Мария Александровна Иванова
Подписано цифровой подписью: Мария Александровна Иванова
Дата: 2026.05.13 11:11:36 +03'00'
Иванова М.А.
13 мая 2026 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
«Теплотехника»

Направление подготовки (специальность)	23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
Направленность (специализация)	«Автомобили и тракторы»
Квалификация выпускника	инженер
Форма обучения	очная
Срок освоения ОПОП ВО	5 лет

Караваево 2026

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Теплотехника».

Разработчик:
доцент Трофимов М.А. Михаил Александрович Трофимов

Подписано цифровой подписью: Михаил Александрович Трофимов
Дата: 2026.03.19 11:07:42 +03'00'

Утвержден на заседании кафедры экономики, управления и техносферной безопасности, протокол № 7 от 19 марта 2026 года.

Заведующий кафедрой Василькова Т.М. Татьяна Максимовна Василькова

Подписано цифровой подписью: Татьяна Максимовна Василькова
Дата: 2026.03.19 11:09:23 +03'00'

Согласовано:
Председатель методической комиссии инженерно-технологического факультета, протокол № 5 от 12 мая 2026 года

Трофимов М.А. Михаил Александрович Трофимов

Подписано цифровой подписью: Михаил Александрович Трофимов
Дата: 2026.05.12 11:10:12 +03'00'

Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 1

Модуль дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Оценочные материалы и средства	Количество
Техническая термодинамика	**УК-1**. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий **ОПК-1**. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей	Вопросы для опроса	161
		Задания для ИДЗ	100
Основы теории тепло - и массобмена		Вопросы для собеседования	30
Теплоэнергетические установки		Итоговый тест по дисциплине	200

1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации. ИД-2$_{УК-1}$ Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Вопросы для опроса Задания для ИДЗ Вопросы для собеседования Итоговый тест по дисциплине
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИД-1$_{ОПК-1}$ Демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов. ИД-5$_{ОПК-1}$ Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях	Вопросы для опроса Задания для ИДЗ Вопросы для собеседования Итоговый тест по дисциплине

Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций

Модуль 1 - Техническая термодинамика

Вопросы для собеседования

1. Характеристика основных параметров состояния газообразных тел.
2. Анализ уравнения Клапейрона-Менделеева для идеального газа.
3. Основные понятия технической термодинамики (энергия, теплота, работа, термодинамическая система, рабочее тело).
4. Основные требования к рабочему телу термодинамической системы.
5. Теплоемкость газов, виды теплоемкости, уравнения связи между различными видами теплоемкости.
6. Газовая смесь. Способы задания газовой смеси.
7. Первый закон термодинамики. Вывод, формы записи.
8. Внутренняя энергия и энтальпия газа (характеристика параметров и связь между ними).
9. Сравнительный анализ изобарного и адиабатного процессов.
10. Сравнительный анализ изотермического и изохорного процессов.
11. Графический анализ политропных процессов в PV и TS диаграммах.
12. Цикл Карно. Получение и анализ уравнения термического КПД цикла Карно.
13. Анализ теоретических циклов Отто и Дизеля.
14. Анализ теоретического цикла современного дизеля (цикл Тринклера-Сабатэ).
15. Анализ циклов ГТУ (газотурбинных установок).
16. Диаграмма парообразования (P,V -координаты).
17. Диаграмма hs для водяного пара (цель и принцип построения).
18. Анализ цикла Ренкина для водяного пара (ПСУ). Способы повышения КПД паросиловых установок.
19. Основные характеристики влажного воздуха.
20. Hd - диаграмма для влажного воздуха. Нахождение точки росы.

Вопросы для устного опроса

Тема 1 (Уравнения состояния)

№ 1 Запишите уравнение состояния для 1 кг идеального газа. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.

№ 2 Запишите уравнение состояния для 1 Кмоля идеального газа. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.

№ 3 Запишите уравнение состояния для произвольного количества идеального газа. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.

№ 4 Запишите, как взаимосвязаны между собой универсальная и индивидуальная газовые постоянные? Укажите их единицы измерения

№ 5 Что такое параметры состояния? Укажите основные термические параметры состояния, их обозначение и единицы измерения.

№ 6 Запишите уравнение состояния для произвольного количества газовой смеси. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.
№ 7 Что называется смесью газов? Какие способы задания состава смеси вы знаете?
№ 8 Запишите уравнение состояния для 1 кг идеально-газовой смеси. Поясните входящие в него величины, укажите их единицы измерения.
№ 9 Как определить газовую постоянную смеси газов, если смесь задана массовыми долями? Ответ пояснить.
№ 10 Как определить газовую постоянную смеси газов, если смесь задана объемными долями? Ответ пояснить.
№ 11 Что такое плотность газа? Запишите уравнение состояния для 1 кг идеального газа через плотность.
№ 12 Что называется термодинамическим процессом? Перечислите известные вам термодинамические процессы и запишите их уравнения.
№ 13 Какой термодинамический процесс называется изобарным? Как его можно изобразить в PV- диаграмме?
№ 14 Какой термодинамический процесс называется изохорным? Как его можно изобразить в PV- диаграмме?
№ 15 Какой термодинамический процесс называется изотермическим и как он изображается в PV- диаграмме?
№ 16 Определите газовые постоянные для окиси углерода (CO) и углекислого газа (CO_2)
№ 17 Введите понятие удельного объем газа и покажите, как можно его определить при известных давлении и температуре газа.
Тема 2 (теплоемкость)
№ 1 Что такое теплоемкость? Виды удельных теплоемкостей, их взаимосвязь и единицы измерения.
№ 2 Дайте определение мольной теплоемкости, ее обозначение и единицы измерения. Как взаимосвязаны мольная и массовая теплоемкости?
№ 3 Дайте определение объемной теплоемкости, ее обозначение и единицы измерения. Как взаимосвязаны объемная и массовая теплоемкости?
№ 4 Дайте определение массовой теплоемкости, ее обозначение и единицы измерения. Как взаимосвязаны массовая и объемная теплоемкости?
№ 5 Запишите уравнение Майера для мольных теплоемкостей. Объясните входящие в него величины и укажите их единицы измерения.
№ 6 Запишите уравнение Майера для массовых теплоемкостей. Объясните входящие в него величины и укажите их единицы измерения.
№ 7 Объясните, почему для одинакового изменения темпера туры 1кг газа в изобарном процессе и изохорном требуется разное количество теплоты?
№ 8 В чем разница между истинной и средней теплоемкостями?
№ 9 Докажите, что больше: мольная или массовая теплоемкость для одного и того же газа?
№ 10 Запишите известные Вам формулы для расчета теплоты, необходимой для нагрева произвольного количества газа в изобарном процессе.

№ 11 Запишите известные Вам формулы расчета теплоты, необходимой для нагрева произвольного количества газа в изохорном процессе.
№ 12 Как определить теплоту при изохорном нагревании или охлаждении 1 кг газа?
№ 13 Как определить теплоту при изобарном нагревании или охлаждении 1 кг газа?
№14 Как определить теплоту, необходимую для нагревания или охлаждения V $м^3$ газа в изохорном процессе?
№15 Как определить теплоту, необходимую для нагревания или охлаждения V $м^3$ газа в изобарном процессе?
№ 16 Как определяется объемная теплоемкость смеси идеальных газов?
№ 17 Как определяется массовая теплоемкость смеси идеальных газов?
№ 18 Как определяется мольная теплоемкость смеси идеальных газов?
Тема 3 (первый закон т.д.)
№ 1 Первый закон термодинамики (аналитическое выражение и формулировка) для адиабатного процесса расширения
№ 2 Первый закон термодинамики для изохорного процесса (аналитическое выражение и формулировка)
№ 3 Первый закон термодинамики для изобарного процесса (аналитическое выражение и формулировка)
№ 4 Запишите выражение первого закона термодинамики для изотермического процесса, дайте его формулировку.
№ 5 Запишите аналитическое выражение 1-го закона термодинамики (две формы) и поясните входящие в них величины.
№ 6 В чем разница между функцией состояния и функцией процесса? Приведите примеры.
№ 7 Как определить изменение внутренней энергии идеального газа в различных термодинамических процессах?
№ 8 В чем сущность первого закона термодинамики?
№ 9 Аналитическое выражение и формулировка 1-го закона термодинамики (1-я форма записи). Пояснить входящие в выражение величины.
№10 Аналитическое выражение и формулировка 1-го закона термодинамики (2-я форма записи). Пояснить входящие в выражение величины.
№11 Что называется энтальпией рабочего тела и как определяется ее изменение в различных термодинамических процессах?
№ 12 Запишите выражение 1-го закона термодинамики для политропного процесса и дайте его формулировку.
№ 13 Как определяется работа расширения (сжатия) в термодинамическом процессе (аналитически и графически)?
№ 14 Как определяется теплота (аналитически и графически) в произвольном термодинамическом процессе?
№ 15 Покажите, во сколько раз (для любого термодинамического процесса) изменение энтальпии идеального газа больше, чем изменение его внутренней энергии.

№ 16 Какая связь между изменением энтропии рабочего тела и количеством подведенной (отведенной) теплоты в произвольном процессе?

№17 Первый закон термодинамики (аналитическое выражение и формулировка) для адиабатного процесса сжатия.

Тема 4 (Процессы)

№1 При каких частных значениях показателя политропы n имеют место основные термодинамические процессы? Изобразите эти процессы в PV-диаграмме.

№2 При каких частных значениях показателя политропы n имеют место основные термодинамические процессы? Изобразите эти процессы в TS-диаграмме.

№3 Покажите, как аналитически и графически определяется работа расширения в изобарном и изотермическом процессах

№4 Как рассчитывается изменение энтальпии идеального газа в изобарном, изохорном и политропном процессах?

№5 Как рассчитать изменение энтропии в известных Вам термодинамических процессах?

№6 Покажите, как аналитически и графически определяется теплота в изобарном и изохорном процессах?

№7 Покажите, как аналитически и графически можно определить работу в изохорном и адиабатном процессах?

№8 Проведите анализ изобарного процесса. Представьте этот процесс в PV- и TS-диаграммах.

№9 Проведите анализ изохорного процесса. Представьте этот процесс в PV- и TS-диаграммах.

№10 Проведите анализ изотермического процесса. Представьте этот процесс в PV- и TS-диаграммах.

№11 Проведите анализ адиабатного процесса. Представьте этот процесс в PV- и TS-диаграммах.

№12 Покажите, как можно рассчитать количество подведенной теплоты во всех известных Вам термодинамических процессах.

№13 Покажите, как определяется изменение энтальпии идеального газа во всех известных Вам термодинамических процессах.

№14 Покажите, как определяется изменение внутренней энергии идеального газа во всех известных Вам термодинамических процессах.

№15 Покажите, какой термодинамический процесс имеет место, если показатель политропы n=1. Дайте анализ этого процесса, изобразите его в PV- и TS-диаграммах.

№16 Покажите, какой термодинамический процесс имеет место, если показатель политропы n=0. Дайте анализ этого процесса, изобразите его в PV- и TS-диаграммах.

№17 Покажите, какой термодинамический процесс имеет место при показателе политропы $n=\infty$. Дайте анализ этого процесса, изобразите его в PV- и TS-диаграммах.

№18 Покажите, как рассчитывается изменение энтальпии идеального газа в изотермическом и адиабатном процессах?
№19 Покажите , какой термодинамический процесс имеет место при показателе политропы
n=k. Дайте анализ этого процесса и изобразите его в PV- и TS-диаграммах.
Тема 5 (водяной пар)
№1 Каково соотношение температур у влажного и сухого насыщенного пара при одинаковом давлении?
№2 Что больше: удельный объем сухого насыщенного пара или перегретого при одинаковом давлении? Покажите это в удобной для Вас диаграмме.
№3 Что такое теплота парообразования и как она зависит от давления ?
№4 Как рассчитать теплоту, затраченную на подогрев 1кг воды от температуры t1 до температуры t2 ?
№5 Как определить теплоту, затраченную на перегрев 1кг сухого насыщенного пара при постоянном давлении?
№6 Могут ли иметь одинаковые параметры состояния кипящая вода и сухой насыщенный пар в процессе парообразования? Назовите их.
№7 Как определить теплоту парообразования аналитически и графически в hs-диаграмме?
№8 Что больше: температура влажного или сухого пара при одинаковом у них давлении?
№9 Покажите в hs-диаграмме все известные Вам термодинамические процессы, в которых можно из влажного пара получить перегретый.
№10 Какой пар называется перегретым и как определить теплоту, затраченную на его перегрев?
№11 Покажите в hs-диаграмме, как можно определить теплоту, выделенную при полной конденсации 1кг сухого насыщенного пара?
№12 Как можно определить энтальпию воды, если известна ее температура? Укажите известные Вам способы.
№13 Как можно определить энтальпию влажного пара? Укажите известные Вам способы.
№14 Какой процесс называется процессом парообразования? При какой температуре начинается этот процесс?
№15 Какой пар называется перегретым? Покажите, как можно определить его параметры?
№16 В чем отличие сухого и влажного насыщенного пара? Назовите, какие параметры у них одинаковые, а какие разные.
№17. Покажите в hs-диаграмме все известные Вам термодинамические процессы, в которых можно из сухого пара получить перегретый.
№18 Что называется степенью сухости пара и степенью его влажности? Как по степени сухости можно определить состояние пара?

Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по модулю

Выберите один правильный вариант ответа

Термодинамическую систему, которая не обменивается с окружающей средой теплотой, называют…
изолированной
закрытой
+адиабатной
замкнутой

Уравнение состояния идеального газа…
справедливо для любой термодинамической системы
+справедливо для равновесной термодинамической системы
справедливо для равновероятной термодинамической системы
справедливо для равновесной термической системы

Массу газа, заключенного в единице объема, называют …
удельным весом
удельной плотностью
+плотностью
весом

Избыточное давление – это…

+разность между абсолютным и атмосферным давлением
абсолютное давление, которое больше атмосферного
дополнение атмосферного давления до абсолютного
барометрическое давление

Какими параметрами характеризуются нормальные условия?
P=1 атм; T=273 K
P=1 Бар; T = 0 K
+ P= 760 мм.рт.ст.; T=273 K
P=735,6 мм.рт.ст; T=0K

В системе СИ давление измеряется…
в джоулях
в атмосферах
в барах
+в паскалях

Уравнение состояния для 1 кг идеального газа…
$pV= mRT$
$p= RT$
$pV_{\mu} =R_{\mu}T$
$+pv =RT$

Укажите размерность универсальной газовой постоянной
Дж/(кг·К)
кДж/кмоль
кг/кмоль
+Дж /(кмоль·К)

Укажите размерность индивидуальной газовой постоянной
+Дж/(кг·К)
кДж/кмоль

кг/кмоль
Дж /(кмоль·К)

Уравнение состояния для произвольного количества идеального газа
+$pV= mRT$
$pV_\mu = R_\mu T$
$p = \rho RT$
$pv = RT$

Чему равна газовая постоянная воздуха?
29 *кДж/кг·К*
287 кДж/кг·К
8314 Дж/кг·К
+287 Дж/кг·К

Физический смысл универсальной газовой постоянной (Rμ)?
+ работа одного киломоля газа при изобарном нагреве на один градус
работа одного килограмма газа при изобарном нагреве на один градус
тепло необходимое для изобарного нагрева киломоля газа на один градус
тепло необходимое для изобарного нагрева 1 кг на 1 К

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания *m кг* газа от t_1 до t_2 в процессе p = const?
$Q = V_н \mu c_p (t_2 - t_1)$
$Q = \mu c_p (t_2 - t_1)$
$+Q = m c_p (t_2 - t_1)$
$Q = V_н c'_p (t_2 - t_1)$

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания V $м^3$ газа от t_1 до t_2 при v = const?
$Q = \mu c_v (t_2 - t_1)$
$Q = V_н \cdot \mu c_v (t_2 - t_1)$
$Q = m c_v (t_2 - t_1)$
$+Q = V_н c'_v (t_2 - t_1)$

Число степеней свободы 2-х атомного газа …
6
+ 5
3
2
Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания 1 кг газа от t_1 до t_2 в адиабатном процессе?
$+q = 0$
$q = c_n (t_2 - t_1)$
$q = c_v (t_2 - t_1)$
$q = c_p (t_2 - t_1)$

Какое уравнение можно применить для определения количества теплоты, необходимой для нагревания 1 кг газа от t_1 до t_2 в изобарном процессе?
$q = \mu c_v (t_2 - t_1)$
$q = c_n (t_2 - t_1)$
$q = c_v (t_2 - t_1)$

$+q = c_p\ (t_2 - t_1)$

Какое из выражений <u>не</u> является уравнением первого закона термодинамики

$dq = du + pdv$

$+\ dq = c_p dt + vdp$

$dq = dh - vdp$

$dq = c_v dT + pdv$

Какое из выражений является уравнением первого закона термодинамики для изотермического процесса?

$dq = du + pdv$

$dq = du$

$+\ dq = pdv$

$dq = dh - vdp$

Какое из выражений является уравнением первого закона термодинамики для изохорного процесса?

$dq = du + pdv$

$+\ dq = du$

$dq = dh - vdp$

$dq = c_v dT + pdv$

Какое из выражений является уравнением первого закона термодинамики для изобарного процесса?

$dq = du + vdp$

$+\ dq = dh$

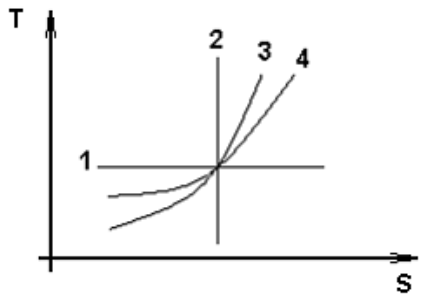
$dq = dh - vdp$

$dq = du$

Укажите процесс, при котором все подводимое тепло превращается в работу
адиабатный
изохорный
+изотермический
изобарный

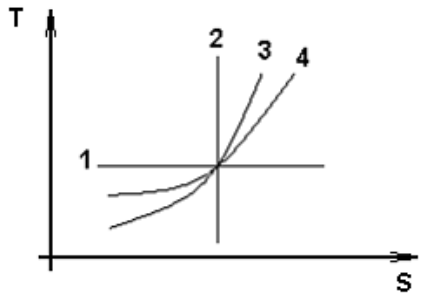
В каком (из указанных) процессов подводимое тепло расходуется на увеличение внутренней энергии и совершение внешней работы?
адиабатный
изотермический
+ изобарный
изохорный

Изохорным является процесс…



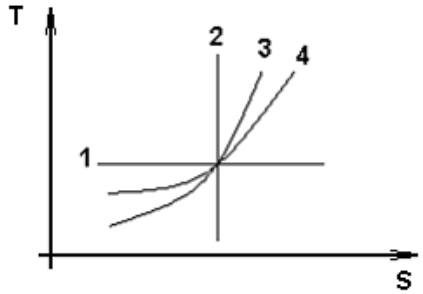
1
2
+3
4

Изобарным является процесс…



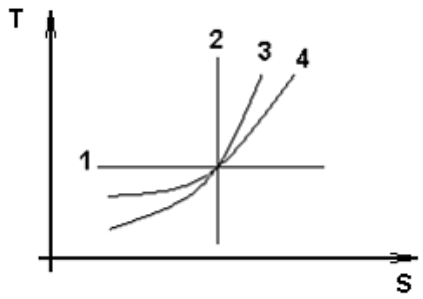
1
2
3
+4

Изотермическим является процесс…



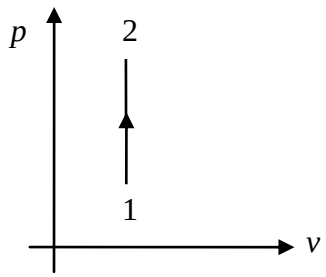
+1
2
3
4

Адиабатным является процесс…



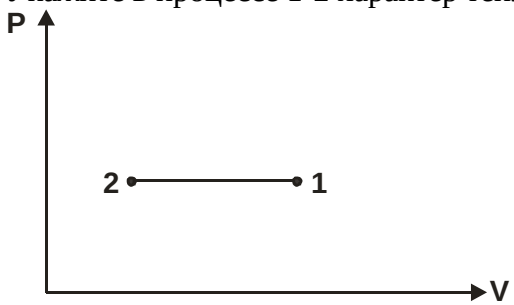
1
+2
3
4

Какие сведения о процессе 1-2 <u>не</u> соответствуют действительности?



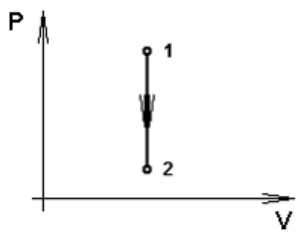
давление увеличивается
+газ сжимается
тепло подводится
работа $l = 0$

Укажите в процессе 1-2 характер теплообмена



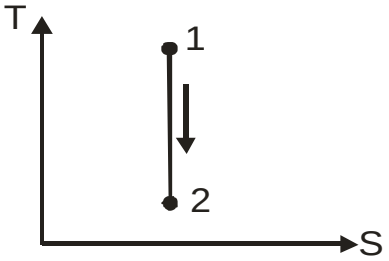
+тепло отводится
процесс идет без теплообмена
график не позволяет определить характер теплообмена
тепло подводится

Какие сведения о процессе 1-2 не соответствуют действительности?



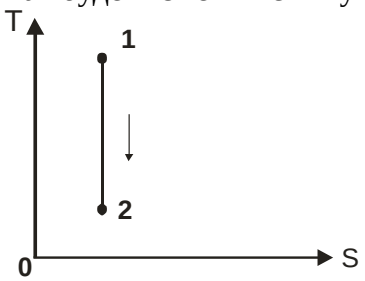
тепло отводится
температура и внутренняя энергия уменьшаются
работа $l = 0$
+газ расширяется

Укажите, как изменяется объем в процессе 1-2, изображенном в *T–s* координатах



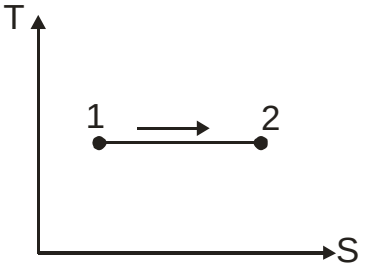
объем уменьшается
объем остается постоянным
+объем увеличивается
диаграмма не позволяет определить характер изменения объема

Как будет изменяться внутренняя энергия газа в процессе 1–2 в *T–S* координатах?



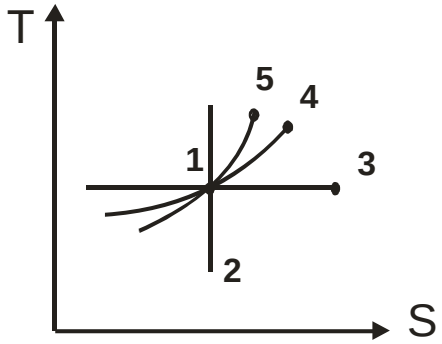
внутренняя энергия растет
внутренняя энергия постоянна
+внутренняя энергия уменьшается
диаграмма не дает достаточных данных для ответа

Укажите, как изменяется объем в процессе 1-2, изображенном в *T–S* координатах?



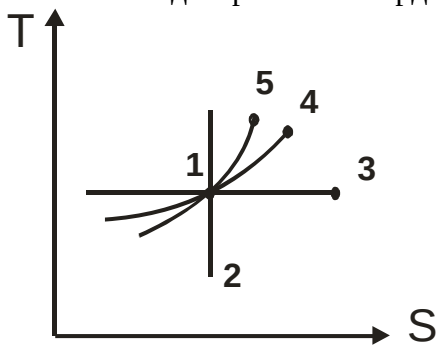
объем уменьшается
объем остается постоянным
+объем увеличивается
диаграмма не позволяет определить характер изменения объема

Укажите на диаграмме в координатах *T–S* адиабатный процесс



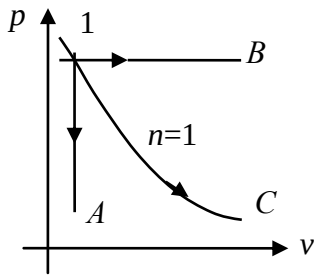
+процесс 1-2
процесс 1-3
процесс 1-4
процесс 1-5

Укажите на диаграмме в координатах *T–S* изобарный процесс



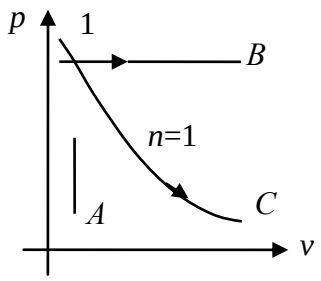
процесс 1-2
процесс 1-3
+процесс 1-4
процесс 1-5

Для какого процесса справедливо выражение $dh = c_p dt$?



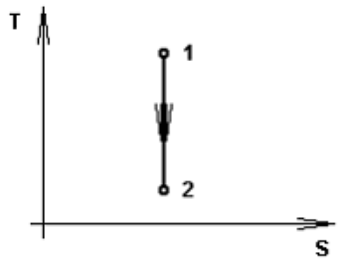
для процесса 1-А
для процесса 1-В
для процесса 1-С
+для любого процесса

Для какого процесса справедливо выражение $du = c_v dt$?



+для любого процесса
для процесса 1-А
для процесса 1-С
для процесса 1-В

Для процесса 1-2, изображенного в T-s диаграмме, справедливо выражение …



$q = -\Delta u$
$+l = -\Delta u$
$l = \Delta u$
$q = l$

Для изохорного процесса показатель политропы n:
равен 1
равен 0
равен k
+ равен ± ∞

Для изобарного процесса показатель политропы n:
равен 1
+ равен 0
равен k
равен ± ∞

Для изотермического процесса показатель политропы n:
+ равен 1
равен 0
равен k
равен ± ∞

Для адиабатного процесса показатель политропы n:
равен 1
равен 0
+ равен k
равен ± ∞

К функции состояния не относится:
давление
энтальпия
температура
+теплота

К функции состояния не относится:
давление
температура
+работа
энтальпия

Работу расширения в изобарном процессе рассчитывают по уравнению:
$+L = p(V_2 - V_1)$
$L = 0$
$L = pV \cdot \ln(V_2/V_1)$
$L = \frac{1}{k-1}(p_1V_1 - p_2V_2)$

Работу расширения в изотермическом процессе рассчитывают по уравнению:
$L = p(V_2 - V_1)$
$L = 0$
$+L = pV \cdot \ln(V_2/V_1)$
$L = \frac{1}{k-1}(p_1V_1 - p_2V_2)$

Работу расширения в адиабатном процессе рассчитывают по уравнению:

$L = mR(T_2 - T_1)$
$L = 0$
$L = mRT \cdot \ln(V_2/V_1)$
$+L = \frac{mR}{k-1}(T_1 - T_2)$

При одинаковом изменении объема газа наибольшая работа расширения совершается в процессе:
+изобарном
изотермическом
адиабатном
политропном

Изменение удельной энтропии в политропном процессе:
$\Delta s = c_p \ln \frac{T_2}{T_1}$

$+\Delta s = c_n \ln \frac{T_2}{T_1}$

$\Delta s = c_v \ln \frac{T_2}{T_1}$

$\Delta s = 0$

Термический КПД цикла теплового двигателя

$$+\eta_t = \frac{l_0}{q_1}$$
$$\eta_t = \frac{q_2}{q_1}$$
$$+\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$$
$$\eta_t = \frac{q_2}{q_1 - q_2}$$

Термический КПД цикла Карно зависит только от
абсолютной температуры горячего источника
физических свойств рабочего тела
абсолютных давлений горячего и холодного источников
+абсолютных температур горячего и холодного источников

Отношение работы, произведенной двигателем за цикл, к количеству теплоты, подведенной в этом цикле от горячего источника, называется
коэффициентом использования теплоты
коэффициентом трансформации теплоты
+термическим КПД цикла
холодильным коэффициентом

Почему цикл Карно называют циклом идеальной тепловой машины?
машина, работающая по циклу Карно, не загрязняет окружающую среду
+цикл Карно обеспечивает наивысший термический КПД при заданных температурах подвода и отвода теплоты
при совершении цикла Карно параметры рабочего тела возвращаются к исходным значениям
машина, работающая по циклу Карно, имеет наименьшие массу и габариты

Какой цикл реализуется в бензиновых двигателях?
цикл со смешанным подводом теплоты
цикл Дизеля
цикл Карно
+цикл Отто

Цикл классический Дизеля – это…
цикл со смешанным подводом теплоты
+цикл с подводом теплоты при p = const
цикл с подводом теплоты при v = const
цикл с подводом теплоты при T= const

Какой цикл реализуется в современных дизелях?
+цикл со смешанным подводом теплоты
цикл Дизеля
цикл Отто
цикл Карно

Подвод теплоты в бензиновом двигателе:
происходит при p = const
происходит при pv^k = const
+ происходит при v = const

происходит при $dq = 0$

Подвод теплоты в цикле Дизеля:
+происходит при p = const
происходит при pv^k = const
происходит при v = const
происходит при dq =0

Подвод теплоты в цикле современного дизеля:
+происходит при p = const и v = const
происходит при pv^k = const и v = const
происходит при v = const и v = const
происходит при dq = 0 и v = const

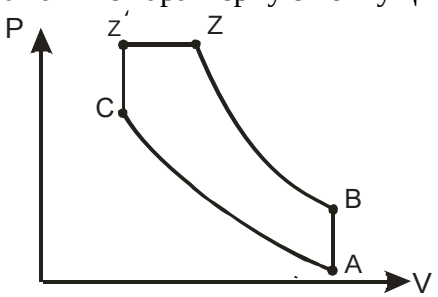
Отвод теплоты в бензиновом двигателе осуществляется :
при p =const
при pv^k =const
+ при v =const
при dq =0

Отвод теплоты в цикле Дизеля осуществляется
при p =const
при pv^k =const
+ при v =const
при dq =0

Отвод теплоты в цикле современного дизеля осуществляется
при p =const
при pv^k =const
+ при v=const
при dq =0

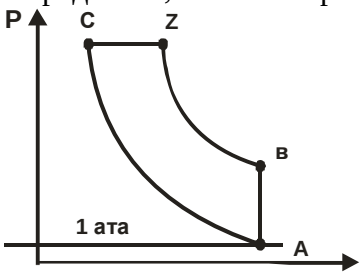
Отношение полного объема цилиндра к объему камеры сгорания называется …
+ степенью сжатия
термическим КПД
степенью предварительного расширения
эксергией

Укажите характерную точку цикла, в которой температура является максимальной?



в точке C
в точке Z
+ в точке $Z^{/}$
в точке B

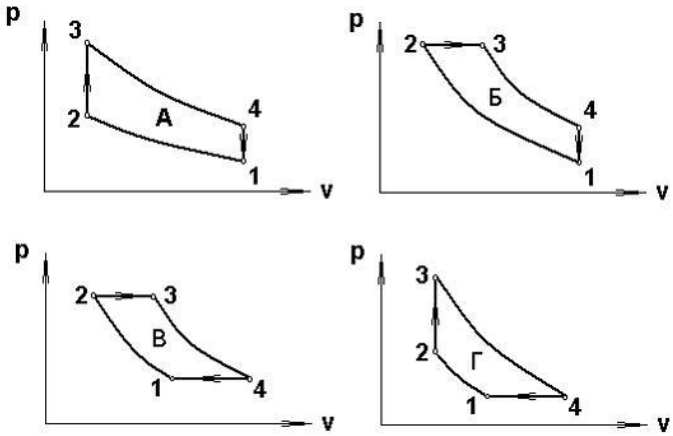
Определите, в какой характерной точке цикла температура максимальна.



A
C
B
+Z

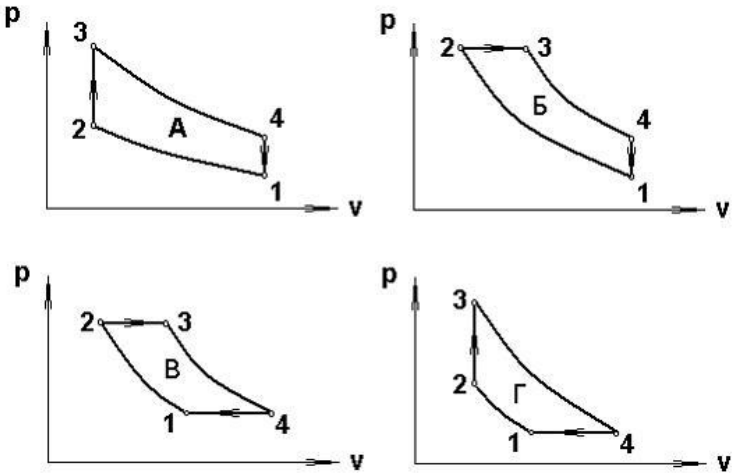
Функцией каких величин является термический КПД теоретического цикла поршневого ДВС с подводом тепла при V = const?
ŋt = f(Tmax)
ŋt = f(Pa)
ŋt = f(λ)
ŋt = f(ε)

Выберите цикл ГТУ с подводом теплоты при *p* = const



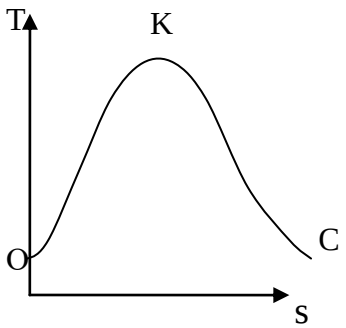
цикл А
цикл Б
+цикл В
цикл Г

Выберите цикл ГТУ с подводом теплоты при V = const



цикл А
цикл Б
цикл В
+цикл Г

Между верхней пограничной кривой и нижней пограничной кривой находится:



область ненасыщенной жидкости
+область влажного пара
область перегретого пара
область сухого насыщенного пара

Конденсация – это:
переход вещества из жидкого состояния в газообразное
+переход вещества из газообразного состояния в жидкое
переход вещества из твердого состояния в газообразное
переход вещества из твердого состояния в жидкое

Что такое скрытая теплота парообразования r?
энергия, затрачиваемая на преодоление сил взаимного притяжения молекул жидкости
теплота изменения энтропии при кипении
+теплота, затраченная на превращение 1кг кипящей жидкости в сухой насыщенный пар при неизменном давлении
теплота, эквивалентная энтальпии насыщенного пара

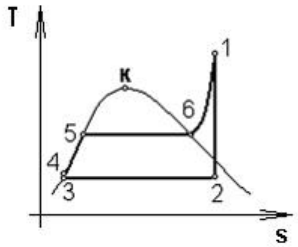
Как определяют параметры водяного пара?
по уравнению состояния Клапейрона-Менделеева
по критическим параметрам
по степени сухости
+по таблицам и диаграммам водяного пара

Что такое степень сухости x водяного пара?

отношение массы сухого пара к массе воды
+отношение массы сухого пара к массе влажного пара
отношение температуры пара к температуре насыщения
масса паровой фракции в единице объема

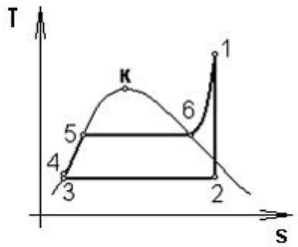
Для чего применяется T-s диаграмма при исследовании термодинамических циклов?
+наглядно представляет процессы подвода и отвода теплоты, превращения теплоты в работу
характеризует экологическую чистоту тепловой машины
показывает максимальное давление рабочего тела
позволяет определить мощность тепловой машины

В цикле Ренкина процесс парообразования соответствует линии



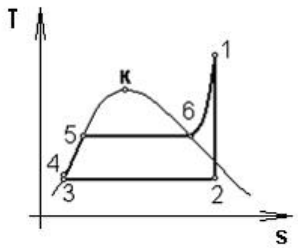
1-2
4-5
3-5
+5-6

В цикле Ренкина процесс конденсации соответствует линии



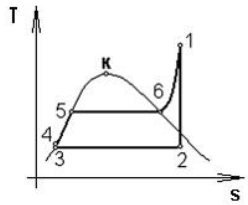
+2-3
5-6
1-2
6-1

В цикле Ренкина процесс превращения воды в перегретый пар соответствует линии



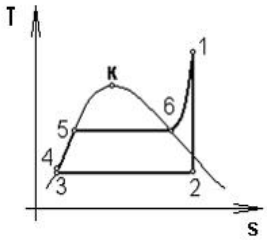
1-2-3
+4-5-6
3-4-5
5-6-1

Теплота в цикле Ренкина отводится в процессе



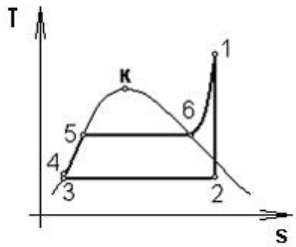
1-2
+2-3
5-6
4-5

Теплота в цикле Ренкина подводится в процессах



4-5-6
+4-5-6-1
5-6-1
3-4-5

Уменьшение давления p_2 при неизменных остальных параметрах цикла Ренкина приводит к …



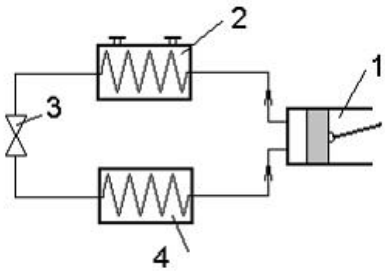
уменьшению термического КПД цикла
+увеличению термического КПД цикла
не влияет на термический КПД цикла
ухудшает работу в цикле

Как изменяется термический КПД цикла Ренкина при повышении давления в конденсаторе?
не изменяется
колеблется около некоторого среднего значения
увеличивается
+уменьшается

Холодильной установкой называют…
тепловые машины, предназначенные для понижения температуры

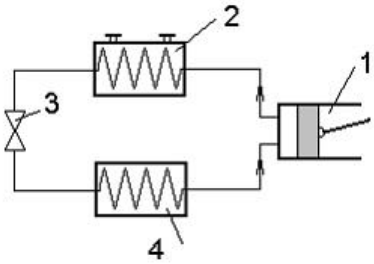
+тепловые машины, предназначенные для понижения температуры тел по сравнению с температурой окружающей среды и непрерывного поддержания этой температуры
устройства, поддерживающие низкие температуры
установки, работающие по обратному циклу

Испаритель паровой компрессионной холодильной машины обозначен цифрой



1
2
3
+4

Конденсатор паровой компрессионной холодильной установки обозначен цифрой



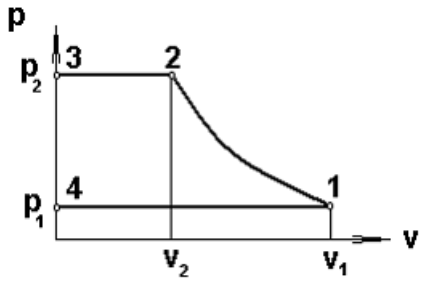
1
+2
3
4

Назначением теплосиловых установок является …
+ производство полезной работы за счет теплоты
производство теплоты
производство стали
производство пара

Рабочим телом теплового насоса являются …
непредельные углеводороды
спирты
+ фреоны
альдегиды

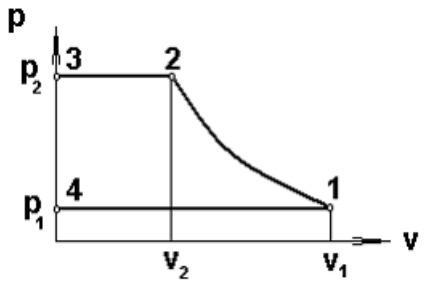
Источником низко потенциальной теплоты в тепловом насосе могут быть…
теплота, выделенная при горении топлива
+теплота грунта, водоема, воздуха
теплота, выбрасываемая в атмосферу с продуктами сгорания топлива
теплота, выделенная при сгорании торфа, древесины

На индикаторной диаграмме линия 2-3 соответствует…



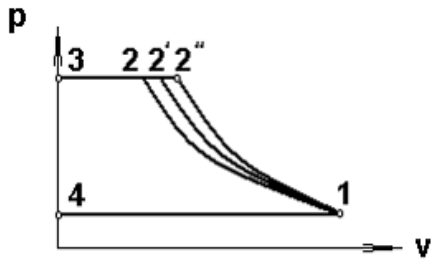
сжатию
расширению
+нагнетанию
всасыванию

На индикаторной диаграмме линия 3-4 соответствует…



нагнетанию
сжатию
всасыванию
+закрытию нагнетательного и открытию всасывающего клапана

Сжатие с наименьшей затратой работы в компрессоре происходит в процессе



+1-2
1-2′
1-2″
1-4

Сопловой канал предназначен для…
увеличения давления потока
уменьшения скорости потока
+ускорения потока
торможения потока

Диффузор предназначен для…
+увеличения давления потока
уменьшения скорости потока
увеличения скорости потока
придания определенного направления движения потока

В каналах переменного сечения ускорение потока связано с…
увеличением давления газа
+уменьшением давления газа
уменьшением плотности газа
охлаждением газа

В каналах переменного сечения торможение потока приводит к…
+увеличением давления газа
уменьшением давления газа
увеличению плотности газа
увеличению теплоемкости потока

Скорость адиабатного истечения из суживающегося сопла вычисляется по уравнению
$w_2 = w_1$
$w_2 = \sqrt{2h_1 + w_1^2}$
$+w_2 = \sqrt{2(h_1 - h_2) + w_1^2}$
$w_2 = \sqrt{2(h_1 - h_2)}$

Скорость истечения в выходном сечении канала равна местной скорости звука, если
$p_2 > p_{кр}$
$p_2 < p_{кр}$
$+p_2 = p_{кр}$
$p_2 = p_1$

При достижении потоком скорости звука для дальнейшего ускорения потока канал должен …
сужаться и расширяться
сужаться
+расширяться
иметь постоянное сечение

Скорость истечения в выходном сечении канала больше скорости звука, если
$+p_2 < p_{кр}$
$p_2 = p_{кр}$
$p_2 > p_{кр}$
$p_2 = p_1$

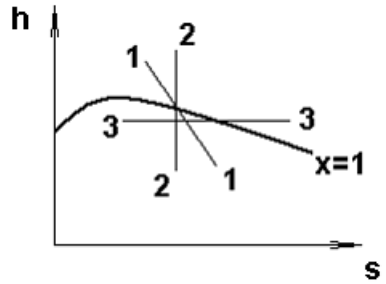
Для получения сверхзвукового течения на выходе из канала необходимо
использовать суживающееся сопло
+использовать комбинированное сопло
использовать расширяющийся канал
использовать диффузор

Критические давление и скорость устанавливаются в сопле Лаваля в …

входном и выходном сечениях сопла
входном сечении сопла
+ самом узком сечении сопла
выходном сечении сопла

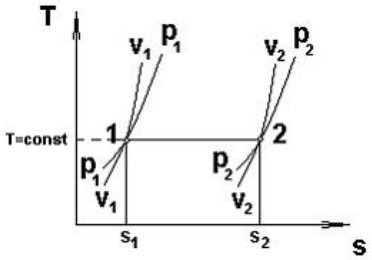
Процесс дросселирования приводит к…
+уменьшению давления без увеличения кинетической энергии и без совершения работы
+увеличению энтропии
увеличению энтальпии
увеличению температуры

Дросселированию водяного пара соответствует процесс …



+3–3
2–2
1–1
x=1

Дросселированию идеального газа соответствует процесс …



s_1=const
+1-2
v_1=const
p_1=const

Неравновесный процесс дросселирования приводит …
к увеличению располагаемой работы
к уменьшению энтальпии
+к потере располагаемой работы
к уменьшению энтропии

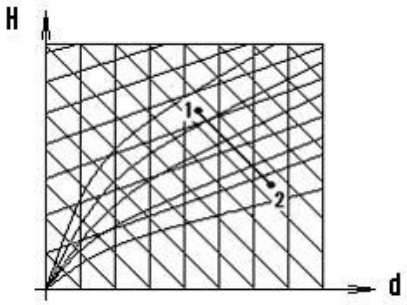
Какой из приведенных параметров газа (p, h, u, v) остается постоянным при дросселировании?
p = const
+h = const
u = const
v = const

Под абсолютной влажностью воздуха понимается…
масса водяного пара, содержащаяся во влажном воздухе
+масса водяного пара, содержащаяся в 1 $м^3$ влажного воздуха
масса водяного пара, содержащаяся в 1 $м^3$ сухого воздуха
масса воды, содержащаяся в атмосферном воздухе

Насыщенным влажным воздухом называется смесь…
+сухого воздуха и насыщенного водяного пара
сухого воздуха и перегретого водяного пара
сухого воздуха и воды
сухого воздуха и водяного пара

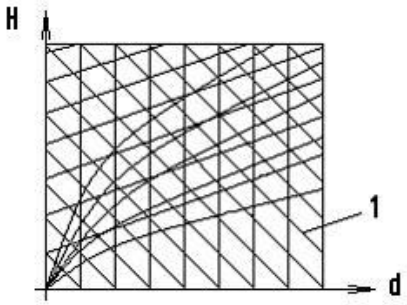
Относительная влажность ненасыщенного влажного воздуха…
φ=100%
+φ < 100%
φ> 100%
φ=0 %

Процесс 1-2 соответствует …



охлаждению воздуха
нагреванию воздуха
осушению воздуха
+ увлажнению воздуха

Линия 1 на Hd-диаграмме соответствует …



относительной влажности
изотерме влажного воздуха
+ постоянной энтальпии
влагосодержанию

Охлаждение влажного ненасыщенного воздуха приводит к выпадению росы, если его температура…
+ниже температуры точки росы

равна температуре точки росы
выше температуры точки росы
не достигает значения температуре точки росы

Таблица 3 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации. ИД-2$_{УК-1}$ Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи. ИД-1$_{ОПК-1}$ Демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов.	Студент, основном, знает материал по темам модуля «Техническая термодинамика», умеет анализировать проблемную задачу, рассматривать возможные варианты ее решения, определять и оценивать практические последствия решений задачи; демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики	Студент по существу отвечает на поставленные вопросы по темам модуля «Техническая термодинамика», на хорошем уровне анализирует проблемную задачу, выделяя ее базовые составляющие, определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи; демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, логично и аргументированно отвечает на поставленные вопросы по темам модуля, свободно производит расчеты в области технической динамики, с высокой степенью самостоятельности анализирует проблемную задачу, выделяя ее базовые составляющие; определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи; демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов.

Модуль 2 - Основы теории тепло - и массобмена

Вопросы для собеседования

1. Механизмы переноса тепловой энергии.
2. Характеристика температурных полей. Градиент температуры.
3. Понятия: тепловой поток, плотность теплового потока, линейная плотность теплового потока, коэффициент теплопроводности.
4. Анализ процесса теплопроводности. Уравнение Ж.Б. Фурье.
5. Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки.
6. Теплопроводность цилиндрической однослойной и многослойной стенки.
7. Анализ процесса конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана.
8. Определение численного значения коэффициента теплоотдачи при расчётах конвективного теплообмена.
9. Критериальные уравнения при расчетах свободной конвекции (характеристика критериев подобия Nu, Gr).
10. Критериальные уравнения при расчетах вынужденной конвекции (характеристика критериев подобия Re, Pr).
11. Анализ лучистого теплообмена.
12. Законы лучистого теплообмена.
13. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенку.
14. Теплопередача через цилиндрическую однослойную и многослойную стенку.
15. Расчет теплообменных аппаратов (схемы движения теплоносителей, расчетные уравнения).

Вопросы для устного опроса

Тема 1 Теплопроводность

№1 Назовите известные Вам способы переноса теплоты в твердых телах, жидких и газообразных средах. Укажите механизм переноса теплоты в каждом случае.

№2 Что называется теплопроводностью? Приведите два практических примера процесса теплопроводности.

№3 Что называется температурным полем? Понятие стационарного и нестационарного температурного поля.

№4 Что называется градиентом температуры? Обозначение, единицы измерения, физический смысл.

№5 Что называется тепловым потоком, плотностью теплового потока? Их обозначение, взаимосвязь, единицы измерения

№6 Что характеризует коэффициент теплопроводности материала? Его обозначение и единицы измерения.

№7 Основной закон теплопроводности. Математическое выражение и формулировка

№8 Запишите выражение закона Фурье через тепловой поток. Поясните величины, входящие в него

№9 Запишите выражение закона Фурье для удельного теплового потока. Поясните величины, входящие в него
№10 Запишите термическое сопротивление теплопроводности плоских и цилиндрических стенок
№11 Коэффициент теплопроводности и его физический смысл. Факторы, влияющие на коэффициент теплопроводности
№12 Как рассчитывается стационарная теплопроводность через однослойные плоские стенки?
№13Коэффициент теплопроводности влажного или сухого воздуха больше и почему?
№14 Как рассчитывается стационарная теплопроводность через однослойные цилиндрические стенки?
№15 Как рассчитывается стационарная теплопроводность через многослойные цилиндрические стенки?
№16 Зависит ли коэффициент теплопроводности материала от величины теплового потока, проходящего через этот материал?
№17 Покажите график изменения температуры по толщине плоской стенки в системе координат t-x, указав направление теплового потока
№18 Каков закон распределения температуры по толщине цилиндрического слоя. Покажите в системе координат t-r.
№19 Как рассчитывается стационарная теплопроводность через многослойные плоские стенки?
№20 Объясните, что влияет на способность материалов по разному проводить тепло?
Тема 2: Теплоотдача
№1 Что называется теплоотдачей? Приведите два практических примера процесса теплоотдачи
№2 Сформулируйте и запишите основной закон конвективного теплообмена, поясните входящие в него величины.
№3 Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи и какие факторы влияют на его величину.
№4 Что называется конвекцией, виды конвекции, их влияние на процесс теплоотдачи.
№5 От каких факторов зависит интенсивность переноса теплоты от поверхности твердого тела к среде, обтекающей его.
№6 Запишите критериальное уравнение, описывающее теплоотдачу при свободной конвекции.
№7 Запишите критериальное уравнение, описывающее теплоотдачу при вынужденной конвекции.
№8 Запишите, как рассчитывается критерий Нуссельта и что он характеризует?
№9 Запишите, как рассчитывается критерий Рейнольдса и что он характеризует?
№10 Что характеризует критерий Грасгофа и как он определяется?
№11 Что общего и в чем различие при расчете теплоотдачи в условиях естественной конвекции для вертикальной и горизонтальной трубы?

№12 Что характеризует критерий Прандтля и как он определяется?
№13 Запишите уравнение Ньютона-Рихмана и объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение. Какой теплообмен оно описывает?
№14 Какие режимы движения среды различают? Охарактеризуйте их влияние на процесс теплоотдачи.
№15 Какой критерий характеризует вынужденную конвекцию? Запишите формулу для его определения.
№16 Какой критерий характеризует свободную конвекцию? Запишите формулу для его определения.
№17 Перечислите, как можно интенсифицировать процесс теплоотдачи.
№ 18 Что характеризует коэффициент теплоотдачи и от чего зависит?
№ 19. Что называется пограничным слоем и как он влияет на процесс теплоотдачи?
Тема 3: Теплопередача
№1 Что называется теплопередачей? Приведите два практических примера процесса теплопередачи.
№2 Запишите уравнение теплопередачи, объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение.
№3 Что характеризует коэффициент теплопередачи и как он определяется при передаче теплоты через плоские стенки?
№4 Что характеризует линейный коэффициент теплопередачи и как он определяется при передаче теплоты через цилиндрические стенки?
№5 Как рассчитать теплопередачу через плоские стенки? Поясните входящие в уравнение величины.
№6 Как рассчитать процесс теплопередачи через цилиндрические стенки? Поясните входящие в уравнение величины.
№7 Запишите выражения термического сопротивления теплопередачи для плоских стенок.
№8 Запишите выражения термического сопротивления теплопередачи для цилиндрических стенок.
№9 Запишите уравнение теплопередачи и назовите методы интенсификации этого процесса.
№11 Запишите уравнение теплопередачи для теплообменного аппарата. Поясните входящие в него величины.
№12 Дайте сравнительный анализ прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.
№13 Какая схема движения теплоносителей в теплообменнике предпочтительней и почему?
№14 Запишите уравнения теплового баланса и теплопередачи для теплообменного аппарата.
№15 Как определяются среднеарифметический и среднелогарифмический температурный напор в т/о аппарате?
№16 Назначение тепловой изоляции и условие ее выбора.
№ 17 Как определяется термическое сопротивление теплопередачи через плоские стенки?

№ 18. Запишите выражение для расчета термического сопротивления теплопередачи через многослойные плоские стенки
№ 19. Как изменяться теплопотери через один квадратный метр кирпичной стены здания, если на нее нанести слой штукатурки? Обосновать с помощью формул.
№ 20. В чем отличие процессов теплоотдачи и теплопередачи?
№ 21 Запишите уравнение теплопередачи через однослойную плоскую стенку.
№ 22 Запишите уравнение теплопередачи через двухслойную плоскую стенку.
№ 23 Что называется процессом теплопередачи? Опишите последовательность процесса переноса теплоты теплопередачей.
№ 24 Как можно интенсифицировать (увеличить) процесс теплопередачи.

Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по модулю

Выберите один правильный вариант ответа

Температурное поле – это:
значение температуры в стенке
значение температуры в среде
+совокупность значений температур в стенке или среде в данный момент времени
совокупность значений температур в пространстве

Если температура во всех точках тела
зависит от времени, то можно считать температурное поле изотермическим
не зависит от времени, то можно считать температурное поле изотермическим
зависит от времени, то можно считать температурное поле стационарным
+ не зависит от времени, то можно считать температурное поле стационарным

Изотермическая поверхность - это:
геометрическое место точек, температура в которых не одинакова
геометрическое место точек, температура в которых стационарна
+геометрическое место точек, температура в которых одинакова
геометрическое место точек, температура в которых не стационарна

В законе Фурье вектор теплового потока:
направлен также как и вектор градиента температур
направлен также как и вектор коэффициента теплопроводности
направлен противоположно вектору температур
+ направлен противоположно вектору градиента температур

Выражение закона Фурье:
$q= -\lambda/gradT$
$q= -1/(\lambda gradT)$
$+q = -\lambda gradT$
$q = - gradT$

Коэффициент пропорциональности λ в уравнении Фурье:
характеризует способность данного вещества отводить теплоту
характеризует способность данного вещества нагреваться
характеризует способность данного вещества охлаждаться

+ характеризует способность данного вещества проводить теплоту

Укажите размерность коэффициента теплопроводности λ

+Вт /(м·К)
Вт/($м^2$·К)
Вт/ $м^2$
Дж/(м·К)

Коэффициент теплопроводности λ для газов:

+зависит от температуры
не зависит от массы молекул газа
не зависит от скорости движения молекул газа
не зависит от температуры

В отличие от газов теплопроводность металлов:
обеспечивается главным образом за счет теплового движения атомов
обеспечивается главным образом за счет теплового движения молекул
обеспечивается главным образом за счет теплового движения ионов металла
+обеспечивается главным образом за счет теплового движения электронов

Тепловой потока через стенку:
прямо пропорционален термическому сопротивлению стенки
+ прямо пропорционален разности температур
обратно пропорционален коэффициенту теплопроводности
обратно пропорционален температурам

Тепловой поток через цилиндрическую стенку:
прямо пропорционален толщине стенки
прямо пропорционален температурам
+ обратно пропорционален термическому сопротивлению теплопроводности
обратно пропорционален температурам

Распределение температуры в однородной плоской стенке осуществляется по:
логарифмической кривой
+ по прямой
по параболе
по гиперболе

Термическое сопротивление теплопроводности плоской однородной стенки:
$R = \lambda/\delta$
+ $R = \delta/\lambda$
$R = 1/\lambda$
$R = 1/\lambda \cdot lnd_2/d_1$

Термическое сопротивление теплопроводности цилиндрической однородной стенки:
$R = \frac{\lambda}{\delta}$

$R = \frac{\delta}{\lambda}$

$R = \frac{1}{\lambda} \ ln \frac{d_2}{d_1}$

$+R = \frac{1}{2\pi\lambda} ln \frac{d_2}{d_1} +$

Процесс теплообмена между поверхностью твердого тела и жидкостью (газом):
называется теплопередачей
+называется теплоотдачей
называется теплопроводностью
называется теплоемкостью

Уравнение, описывающее процесс теплоотдачи:
$Q= \lambda F \Delta T$
$Q= k F \Delta T$
$+Q= \alpha F \Delta T$
$Q= \lambda F gradT$

В уравнении Ньютона-Рихмана тепловой поток:
+прямо пропорционален разности температур
прямо пропорционален температурам
прямо пропорционален коэффициенту теплопередачи
прямо пропорционален градиенту температуры

Теория подобия применяется для описания процесса:
теплопроводности
теплопередачи
+ теплоотдачи
теплоотвода

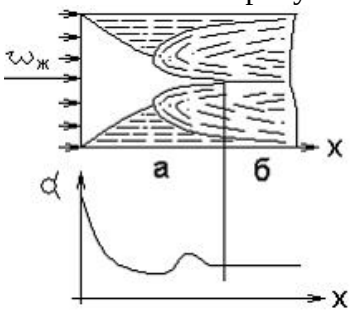
Коэффициент теплоотдачи α:
рассчитывается из критериального уравнения Рейнольдса
рассчитывается из критериального уравнения Прандтля
+рассчитывается из критериального уравнения Нуссельта
рассчитывается из критериального уравнения Грасгофа

О режиме течения жидкости в трубах судят по:
+критерию Рейнольдса
критерию Прандтля
критерию Нуссельта
критерию Грасгофа

Коэффициент теплоотдачи α:
характеризует способность стенки отдавать тепло
+ характеризует интенсивность процесса теплоотдачи
характеризует физические свойства среды
характеризует интенсивность процесса теплопроводности

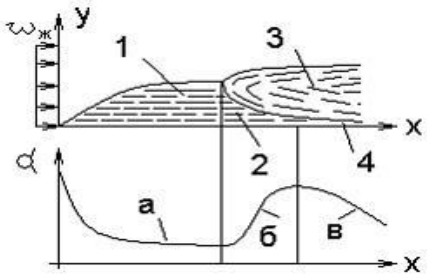
Укажите размерность коэффициента теплоотдачи α
Вт /(м·К)
+Вт/(м^2·К)
Вт/ м^2
Дж/(м·К)

В соответствии с рисунком участок «б» называется:



начальным участком
ламинарным участком
турбулентным участком
+участком стабилизированного течения

Для расчета среднего коэффициента теплоотдачи применительно к рисунку в качестве определяющей температуры принимается:



температура жидкости вдали от стенки пластины
температура жидкости на начальном участке
+средняя температура жидкости
средняя температура пластины

Вынужденная конвекция возникает около теплоотдающей поверхности за счет:
теплового расширения нагретой жидкости
+действия внешнего источника (вентилятора, насоса…)
теплового расширения теплоотдающей поверхности материала
теплового излучения

Критериальное уравнение, описывающее процесс теплоотдачи при свободной конвекции:
$Nu = c\,(Re\,Pr)^n$
$+Nu = c\,(Gr\,Pr)^n$
$Nu = c\,Re^n\,Pr^m$
$Nu = c\,Gr^n\,Pr^m$

Критериальное уравнение, описывающее процесс теплоотдачи при вынужденной конвекции:
$Nu = c\,(Re\,Pr)^n$
$Nu = c\,(Gr\,Pr)^n$
$+Nu = c\,Re^n\,Pr^m$
$Nu = c\,Gr^n\,Pr^m$

В законе Стефана-Больцмана лучеиспускательная способность тела E:
прямо пропорциональна абсолютной температуре во второй степени

+ прямо пропорциональна абсолютной температуре в четвертой степени
обратно пропорциональна температуре во второй степени
прямо пропорциональна температуре в четвертой степени

Закон Стефана–Больцмана для абсолютно черного тела:
+$E = C_0 (T/100)^4$
$E = C (T/100)^4$
$E = \varepsilon(T/100)^4$
$E = C (T/100)^2$

Излучают и поглощают лучистую энергию:
He
O_2
+H_2O
N_2 и CO

Закон Стефана–Больцмана для серого тела:
$E = C_0(T/100)^4$
+$E = C (T/100)^4$
$E = \varepsilon(T/100)^4$
$E = C (T/100)^2$

Собственное излучение серого тела E зависит от:
температуры
состояния поверхности
+температуры и состояния поверхности
длины волны

Тело называется абсолютно белым, если:
A=0
+A=D=0
R=0
A=R=D

Тело называется абсолютно черным, если:
A+R+D=1
+R+D = 0
D=0
A = 0

Приведенная степень черноты системы двух плоских параллельных тел определяется по уравнению:

$$\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1}+\frac{1}{\varepsilon_2}+1}$$

$$+\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1}+\frac{1}{\varepsilon_2}-1}$$

$$\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1}-\frac{1}{\varepsilon_2}+1}$$

$$\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1}+\frac{F_1}{F_2}(\frac{1}{\varepsilon_2}-1)}$$

Приведенная степень черноты системы двух тел, когда поверхность одного тела F_1 окружена поверхностью другого тела F_2:

$$\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1}+\frac{1}{\varepsilon_2}+1}$$

$$\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1}+\frac{1}{\varepsilon_2}-1}$$

$$\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1}-\frac{1}{\varepsilon_2}+1}$$

$$+\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1}+\frac{F_1}{F_2}(\frac{1}{\varepsilon_2}-1)}$$

Кислород O_2 и азот N_2, входящие в состав воздуха,
+прозрачны для теплового излучения
обладают значительной поглощательной способностью
обладают значительной излучательной способностью
обладают значительной и излучательной, и поглощательной способностью

Соотношение между излучательной способностью серого тела E и абсолютно черного E_0 при одинаковой их температуре:
$E = E_0$
$E > E_0$
$+E < E_0$
$E \approx E_0$

Поток лучистой энергии рассчитывается по уравнению:
$Q = k F (T_2 – T_1)$
$+Q = C_0 \varepsilon_{пр} F [(T_2/100)^4 – (T_1/100)^4]$
$Q = \alpha F (T_2 – T_1)$
$Q = \lambda F (T_2 – T_1) /\delta$

Теплопередача - это:
процесс переноса теплоты от горячей среды к холодной
+процесс переноса теплоты от горячей среды к холодной через разделяющую их стенку
процесс переноса теплоты от холодной среды к горячей через разделяющую их стенку
процесс переноса теплоты от холодной жидкости к горячей

В уравнении теплопередачи тепловой поток:
прямо пропорционален разности температур на поверхности стенки
+прямо пропорционален разности температур сред
обратно пропорционален коэффициенту теплопередачи
обратно пропорционален температурам

В уравнении теплопередачи через цилиндрическую стенку тепловой поток:
+прямо пропорционален коэффициенту теплопередачи
обратно пропорционален разности температур
обратно пропорционален коэффициенту теплопередачи
обратно пропорционален температурам

Уравнение теплопередачи:
$Q= F (T_{c1}– T_{c2}) /R_\lambda$

$Q= k F (T_{c1}– T_{c2})$
$Q= \alpha F (T_c– T_ж)$
$+Q= k F (T_{ж1}– T_{ж2})$

Теплообменником называют аппарат, предназначенный:
+для нагрева одной среды за счет передачи теплоты от другой
для подвода теплоты к теплоносителям
для сообщения теплоты одному из теплоносителей
для отнятия теплоты от горячего теплоносителя

Какой характер имеет теплообмен в теплообменных аппаратах?
теплопроводность
теплоотдача
+теплопередача
тепловое излучение

Рекуперативным называется теплообменник, у которого:
происходит передача теплоты от одного теплоносителя к другому
передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их границу раздела
+передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их твердую стенку
передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их жидкость

Регенеративным называется теплообменник, у которого:
передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку
нагреваемая жидкость получает теплоту от стенки
обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей
+одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью

Смесительным называется теплообменник, у которого:
передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку
+обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей
одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью

нагреваемая жидкость получает теплоту от горячей жидкости

Если в теплообменнике горячая и холодная жидкости протекают…
параллельно и в одном направлении, то такая схема называется противоточной
параллельно и в разных направлениях, то такая схема называется прямоточной
+параллельно и в одном направлении, то такая схема называется прямоточной
параллельно и в разных направлениях, то такая схема называется приточной

Для прямотока:
конечная температура холодной жидкости всегда выше конечной температуры горячей жидкости
конечная температура холодной жидкости всегда равна конечной температуре горячей жидкости
+конечная температура холодной жидкости всегда ниже конечной температуры горячей жидкости

конечная температура холодной жидкости всегда выше начальной температуры горячей жидкости

Для противотока:
+конечная температура холодной жидкости всегда выше конечной температуры горячей жидкости
конечная температура холодной жидкости всегда равна конечной температуры горячей жидкости
конечная температура холодной жидкости всегда ниже конечной температуры горячей жидкости
конечная температура холодной жидкости всегда выше начальной температуры горячей жидкости

Если в теплообменнике горячая и холодная жидкости протекают:
параллельно и в одном направлении, то такая схема называется противоточной
+параллельно и в разных направлениях, то такая схема называется противоточной
+параллельно и в одном направлении, то такая схема называется прямоточной
параллельно и в разных направлениях, то такая схема называется приточной

Уравнение теплопередачи для теплообменного аппарата:
$q = k\,(t_{ж\,1} - t_{ж2})$
$Q = \alpha\, F\, (t_2 - t_1)$
$+Q = k\, F\, \Delta t_{ср}$
$Q = \frac{F}{R_0}(t_{ж1} - t_{ж2})$

Коэффициент теплопередачи:
характеризует способность стенки передавать тепло
характеризует интенсивность процесса теплоотдачи
+характеризует интенсивность процесса теплопередачи
характеризует интенсивность процесса теплопроводности

Укажите размерность коэффициента теплопередачи *k:*
Вт/(м·К)
+Вт/(м^2·К)
Вт/м^2
Дж/(м·К)

Термическое сопротивление теплопередачи через однослойную плоскую стенку:
$+R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$
$R_0 = \frac{1}{\alpha_{1d_1}} + \frac{1}{2\lambda} ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}$
$R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$
$R_0 = \frac{\delta}{\lambda}$

При какой схеме движения теплоносителей требуется меньшая площадь поверхности теплообмена в теплообменных аппаратах?
прямоточной
+противоточной

перекрестной
теплосъем не зависит от схемы движения

Таблица 4 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации. ИД-2$_{УК-1}$ Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи. ИД-1$_{ОПК-1}$ Демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов.	Студент, в основном, знает материал по темам модуля «Теория тепло- и массообмена», умеет анализировать проблемную задачу, рассматривать возможные варианты ее решения, определять и оценивать практические последствия решений задачи; демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики	Студент по существу отвечает на поставленные вопросы по темам модуля «Теория тепло- и массообмена», на хорошем уровне анализирует проблемную задачу, выделяя ее базовые составляющие, определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи; демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы по темам модуля, самостоятельно проводит расчет стационарной теплопроводности, процессов теплоотдачи, процессов теплопередачи и теплообменных аппаратов, теплового излучения, с высокой степенью самостоятельности анализирует проблемную задачу, выделяя ее базовые составляющие; определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи; демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов.

Модуль - Теплоэнергетические установки

Вопросы для собеседования

1. Топливо. Основы теории горения.
2. Теплогенерирующие установки.
3. Передача тепловой энергии от источника к потребителю.
4. Основы расчета систем отопления и вентиляции.
5. Основные принципы энергосбережения и повышения энергоэффективности при использовании тепловой энергии.

Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по модулю

Выберите один правильный вариант ответа

Горючими элементами в твердом топливе являются (укажите неверный ответ)…
водород
углерод
сера
+кислород
Продуктом анаэробной переработки органических отходов (навоза, растительных остатков, мусора и т.д.) называется …
доменный газ
+биогаз
генераторный газ
попутный газ

Каким способом сжигают в котлах газ и мазут?
+факельным
слоевым
вихревым
в кипящем слое

Отношение количества воздуха $V_Д$, действительно поданного в топку, к теоретически необходимому V_0, называется …
+коэффициентом избытка воздуха
коэффициентом недостающего воздуха
коэффициент лишнего воздуха
коэффициент подачи воздуха

Объем сухих трехатомных продуктов сгорания вычисляется по формуле …
$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{H2O}$
$V_{RO_2} = V_{CO_2} - V_{SO_2}$
$V_Г = V_{RO2} + V_{H2O}$
+$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2}$

Наибольшую теплоту сгорания из энергетических топлив имеют …
+мазут
уголь
природный газ
торф

Расход топлива котлом рассчитывается по формуле …

$$B = \frac{D \cdot (h_{пе} - h_{п.в.})}{\eta_к}$$

+ $$B = \frac{D \cdot (h_{пе} - h_{п.в.})}{Q_i^r \eta_к}$$

$$B = \frac{D \cdot (h_{пе} + h_{п.в.})}{Q_i^r \eta_к}$$

$$B = \frac{D \cdot (h_{пе} - h_{п.в.})}{Q_i^r}$$

Теплота сгорания условного топлива $Q_{у.т.}$
+29300 кДж/кг
36500 кДж/м^3
42000 кДж/кг
18300 кДж/кг

Таблица 5 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1$_{ОПК-1}$ Демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов. ИД-5$_{ОПК-1}$ Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при	Студент, в основном, знает материал по темам модуля «Энергетические установки», демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики; использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений	Студент по существу отвечает на поставленные вопросы по темам модуля «Энергетические установки», демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов; использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений	Студент принимает активное участие в ходе проведения практических занятий, правильно отвечает на поставленные вопросы по темам модуля, самостоятельно проводит расчет теплотехнического оборудования, демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов; использует физико-математический аппарат для

заданных допущениях и ограничениях			разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях

2 ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ, НЕ РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ

Индивидуальное расчетное задание выполняется по темам «Расчет цикла теплового двигателя» и «Расчет цикла паротурбинной установки».

Таблица6 – Формируемые компетенции (или их части)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации. ИД-2$_{УК-1}$ Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Проверка содержания ИДЗ Защита ИДЗ (собеседование)

Задания на ИДЗ содержатся в издании: Трофимов, М.А. Теплотехника : учебное пособие для контактной, самостоятельной работы и выполнению расчетно-графической работы — 4-е изд., испр. и доп. — Караваево : Костромская ГСХА, 2021. — 152 с.

Максимальная оценка за ИДЗ- 10 баллов.

Таблица 7 – Критерии оценки индивидуального расчетного задания

Показатели	Количество баллов	
	минимальное	максимальное
Соблюдение графика выполнения ИДЗ	0	1
Содержание ИДЗ	3	5
Защита ИДЗ	2	3
Активность при выполнении ИДЗ или при публичной защите других ИДЗ	0	1
Итого:	5	10

Оценка сформированности компетенций при выполнении и защите индивидуального расчетного задания осуществляется по блокам: «Содержание ИДЗ» и «Защита ИДЗ». Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует	соответствует	соответствует оценке

	оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	«отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации. ИД-2$_{УК-1}$ Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	ИДЗ выполнено до конца семестра; студент выполнил большую часть заданий, но испытывает затруднения в расчетах; при защите ИДЗ студент дал неполные ответы на вопросы, допускал погрешности в формулировках; испытывает затруднения в анализе проблемной задачи, рассматривает возможные варианты решения задачи, не разрабатывая алгоритмы их реализации; оценивает практические последствия возможных решений задачи	ИДЗ выполнено в срок с несущественными недочетами, при защите студент по существу отвечает на поставленные вопросы, но с незначительными погрешностями в формулировках определений, анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает возможные варианты решения проблемной задачи, разрабатывает алгоритмы их реализации; определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи	ИДЗ выполнено в срок и правильно оформлено, студент полностью выполнил задания, уверенно пользуется терминами и определениями, использует формулы для расчетов, при защите ИДЗ логично и аргументированно отвечает на вопросы; анализирует проблемную задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает возможные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации; Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *экзамен*.

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Задания закрытого типа

Выберите один правильный вариант ответа

1) Термодинамическую систему, которая не обменивается с окружающей средой теплотой, называют…

изолированной

закрытой

+адиабатной
замкнутой

Задания открытого типа

Дополните

2) Тело, с помощью которого тепловая энергия превращается в механическую, называется _____.
Правильный ответ: рабочим.

3) Двухфазная смесь, представляющая собой пар со взвешенными в нем капельками жидкости, называется _____ насыщенным паром.
Правильный ответ: влажным.

Дайте развернутый ответ на вопрос

3) Дайте определение первого закона термодинамики:
Правильный ответ: все подведенное к рабочему телу тепло расходуется на изменение его внутренней энергии и совершение работы расширения.

ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей.

Задания закрытого типа

Выберите один правильный вариант ответа

1) Процесс, направленный на уменьшение влажности тел, называется...
1. Испарением
2. Выпариванием
3. Сушкой
4. Охлаждением
Правильный ответ: 3

Задания открытого типа

Дополните

2) В изохорном процессе давление газа изменяется _____ пропорционально его абсолютной температуре (закон Шарля).
Правильный ответ: прямо

3) Перенос теплоты за счет Архимедовой силы называют _____ или естественной конвекцией.
Правильный ответ: свободной.

Дайте развернутый ответ на вопрос

4) Почему в теплообменниках чаще используют противоточную схему движения теплоносителей?
Правильный ответ: При одинаковых температурах входящих и выходящих теплоносителей перепад температур при противоточной схеме всегда больше, чем при прямоточной схеме. Значит для передачи одного и того же теплового потока при противоточной схеме потребуется теплообменник меньшей площади.

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки:

– базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценке «удовлетворительно» (50-64 рейтинговых баллов);

– повышенный уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценкам «хорошо» (65-85 рейтинговых баллов) и «отлично» (86-100 рейтинговых баллов).

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *экзамен.*

Фонд оценочных средств для проведения повторной промежуточной аттестации формируется из числа оценочных средств по темам, которые не освоены студентом.

Примечание:

Дополнительные контрольные испытания проводятся для студентов, набравших менее **50 баллов** (в соответствии с «Положением о модульно-рейтинговой системе»).

Таблица 9 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	на базовом уровне
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла
ИД-1$_{УК-1}$ Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации. ИД-2$_{УК-1}$ Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи. ИД-1$_{ОПК-1}$ Демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов. ИД-5$_{ОПК-1}$ Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях	владеет материалом по темам дисциплины, но с незначительными погрешностями в формулировках определений анализирует проблемную ситуацию (задачу), выделяя ее базовые составляющие, рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи); разрабатывает алгоритмы их реализации, определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи; демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов физики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов; использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях