

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: **Федеральное государственное бюджетное образовательное**
ФИО: Цыбилов Бэлхто Батоевич **учреждение высшего образования**
Должность: Ректор **«Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова»**
Дата подписания: 29.06.2026 13:38:08
Уникальный программный ключ:
056af948c3e48c6f3c571e429957a8ae7b757ae8

Инженерный факультет

«СОГЛАСОВАНО»

Заведующий выпускающей кафедрой
Электрификация и автоматизация
сельского хозяйства

К.Т.Н., доцент

уч. ст., уч. зв.

Балданов М.Б.

подпись

24 апреля 2025 г.

«УТВЕРЖДЕНО»

Декан
Инженерный факультет

Д.Т.Н., доцент

уч. ст., уч. зв.

Кокиева Г.Е.

подпись

24 апреля 2025 г.

**Оценочные материалы
Дисциплины (модуля)**

Б1.О.20 Техническая термодинамика

**Направление 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) Энергообеспечение предприятий**

Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра **Электрификация и автоматизация сельского хозяйства**

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Форма промежуточной аттестации **Зачет, Зачет с оценкой**

Объем дисциплины в З.Е. **6**

Продолжительность в часах/неделях **216/ 0**

Статус дисциплины **относится к обязательной части блока 1 "Дисциплины" ОПОП**
в учебном плане **является дисциплиной обязательной для изучения**

Распределение часов дисциплины

Курс 2, 3 Семестр 4, 5	Количество часов	Количество часов	Итого
Вид занятий	УП	УП	УП
Лекционные занятия	18	32	50
Лабораторные занятия		16	16
Практические занятия	18	32	50
Контактная работа	36	80	116
Сам. работа	72	28	100
Итого	108	108	216

Улан-Удэ, 2026 г.

ВВЕДЕНИЕ

1. Оценочные материалы по дисциплине (модулю) являются обязательным обособленным приложением к Рабочей программе дисциплины (модуля) и представлены в виде оценочных средств.
2. Оценочные материалы являются составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися указанной дисциплины (модуля).
3. При помощи оценочных материалов осуществляется контроль и управление процессом формирования обучающимися компетенций, из числа предусмотренных ФГОС ВО в качестве результатов освоения дисциплины (модуля).
4. Оценочные материалы по дисциплине (модулю) включают в себя:
 - оценочные средства, применяемые при промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).
 - оценочные средства, применяемые в рамках индивидуализации выполнения, контроля фиксированных видов ВАРО;
 - оценочные средства, применяемые для текущего контроля;
5. Разработчиками оценочных материалов по дисциплине (модулю) являются преподаватели кафедры, обеспечивающей изучение обучающимися дисциплины (модуля), в Академии. Содержательной основой для разработки оценочных материалов является Рабочая программа дисциплины (модуля).

Перечень видов оценочных средств

Перечень вопросов к зачету
Перечень заданий для контрольных работ
Комплект контрольных вопросов для проведения устных опросов
Перечень дискуссионных вопросов
Кейс-задачи
Комплект тестовых заданий

Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:
Техническая термодинамика

1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА»

Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины

1	2
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым обучающимся целей обучения по данной дисциплине
Форма промежуточной аттестации -	зачёт / диф. зачет
Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса	1) участие обучающегося в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины 2) процедура проводится в рамках ВАРО, на последней неделе семестра
Основные условия получения обучающимся зачёта:	1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам

Перечень вопросов к зачету

1. Термодинамическая система. Основные параметры состояния (ОПК-1, ОПК-2).
2. Виды энергии и их особенности (ОПК-1, ОПК-2).
3. Теплота, ее графическое и аналитическое определение (ОПК-1, ОПК-2).
4. Работа, ее графическое и аналитическое определение (ОПК-1, ОПК-2).
5. Первый закон термодинамики. Равновесные и неравновесные процессы (ОПК-1, ОПК-2).
6. Теплоемкость газов. Постоянная теплоемкость. Нелинейная зависимость теплоемкости от температуры (ОПК-1, ОПК-2).
7. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики (ОПК-1, ОПК-2).
8. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия (ОПК-1, ОПК-2).
9. Идеальные газы. Уравнения состояния идеальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
10. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона (ОПК-1, ОПК-2).
11. Изохорный термодинамический процесс идеальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
12. Изобарный термодинамический процесс идеальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
13. Изотермический термодинамический процесс идеальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
14. Адиабатный термодинамический процесс идеальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
15. Политропный термодинамический процесс идеальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
16. Термодинамические функции. Удельный термодинамический потенциал. Закон Нернста–Планка (ОПК-1, ОПК-2).
17. Дифференциальные уравнения термодинамики. Уравнения Максвелла (ОПК-1, ОПК-2).
18. Дифференциальные уравнения 1 закона термодинамики. Частные производные калорических величин (ОПК-1, ОПК-2).
19. Дифференциальные уравнения теплоемкостей реальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
20. Эксергия, ее виды. Эксергетические потенциалы. Потери эксергии (ОПК-1, ОПК-2).
21. Эксергетический баланс и эксергетические показатели (ОПК-1, ОПК-2).
22. Графическое изображение эксергии и ее потерь в Ts – диаграмме. Эксергетические диаграммы (ОПК-1, ОПК-2).
23. Термодинамические свойства реальных газов. Уравнения состояния реальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
24. Ван-дер-Ваальский газ. Термодинамическое подобие (ОПК-1, ОПК-2).
25. Термодинамические свойства паров и жидкостей. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса (ОПК-1, ОПК-2).
26. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Диаграммы воды и водяного пара – Ts , hs (ОПК-1, ОПК-2).
27. Изобарный термодинамический процесс реальных газов и паров. Расчет и графическое представление в Ts и hs – диаграммах (ОПК-1, ОПК-2).

28. Изохорный термодинамический процесс реальных газов и паров. Расчет и графическое представление в Ts и hs – диаграммах (ОПК-1, ОПК-2).
29. Изотермный термодинамический процесс реальных газов и паров. Расчет и графическое представление в Ts и hs – диаграммах (ОПК-1, ОПК-2).
30. Адиабатный термодинамический процесс расширения реальных газов и паров. Расчет и графическое представление в Ts и hs – диаграммах (ОПК-1, ОПК-2).
31. Адиабатный термодинамический процесс сжатия реальных газов и паров. Расчет и графическое представление в Ts и hs – диаграммах (ОПК-1, ОПК-2).
32. Техническая термодинамика; основные понятия и определения. Рабочие вещества. Идеальный газ, реальные газы (ОПК-1, ОПК-2)
33. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная идеального газа. P - V и T - S диаграммы (ОПК-1, ОПК-2).
34. Теплота, работа, внутренняя энергия. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы (ОПК-1, ОПК-2).
35. Законы термодинамики для открытых систем (ОПК-1, ОПК-2).
36. Первый закон термодинамики. Смеси рабочих веществ и параметры смесей. Теплоемкость. Теплоемкости смеси идеальных газов (ОПК-1, ОПК-2).
37. Водяной пар. Степень сухости пара. Диаграммы P - V и i - S и таблицы водяного пара. Энтальпия влажного пара и ее использование в расчетах. Процессы водяного пара (ОПК-1, ОПК-2).
38. Газовая постоянная смеси идеальных газов. Таблицы термодинамических свойств веществ. Энтальпия (ОПК-1, ОПК-2).
39. Частные и общие случаи политропных процессов и их изображение в P - V и T - S диаграммах (ОПК-1, ОПК-2).
40. Зависимости между параметрами и уравнения для теплоты, работы, внутренней энергии и энтропии в процессах. Графический анализ процессов (ОПК-1, ОПК-2).
41. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы (ОПК-1, ОПК-2).
42. Термический КПД цикла и холодильный коэффициент. Цикл Карно (ОПК-1, ОПК-2).
43. Энтропия. Физический смысл энтропии. Максимальная работа (ОПК-1, ОПК-2).
44. Анализ высокотемпературных тепловыделяющих и теплоиспользующих установок (ОПК-1, ОПК-2).
45. Схемы и принципы работы ДВС. Термодинамический циклы ДВС (ОПК-1, ОПК-2).
46. изобарного и смешанного сгорания в P - V и T - S диаграммах. КПД и основные характеристики циклов. Эксергетический анализ циклов (ОПК-1, ОПК-2).
47. Схемы и принципы работы газовых турбин. Циклы ГТУ. Регенеративный цикл ГТУ (ОПК-1, ОПК-2).
48. Эффективный КПД ГТУ (ОПК-1, ОПК-2).
49. Процессы сжатия воздуха в одноступенчатом и многоступенчатом компрессорах. Условия работы многоступенчатого компрессора и определение числа ступеней. Определение работы и мощности на привод компрессора (ОПК-1, ОПК-2).
50. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Влажный воздух: свойства; i - d диаграмма; термодинамические процессы (ОПК-1, ОПК-2).
51. Основы термодинамики потока (неравновесных процессов). Истечение жидкостей, паров и газов через сопла, насадки и отверстия (ОПК-1, ОПК-2).
52. Адиабатное течение идеального газа в суживающихся и расширяющихся каналах. Конфузоры и диффузоры. Истечение реальных газов и паров из сопел. Процессы в эжекторах (ОПК-1, ОПК-2).
53. Циклы паросиловых (теплосиловых) установок и их эффективность. Цикл ПСУ с перегревом пара, циклы регенеративный. Бинарные циклы (ОПК-1, ОПК-2).
54. Необратимое расширение пара в турбине. Ступени турбины. Внутренний относительный КПД в турбине ПСУ. Парогазовые циклы (ОПК-1, ОПК-2).
55. Циклы холодильных машин. Циклы тепловых насосов. Условия эффективного использования
56. Способы теплообмена. Теплообмен при фазовых превращениях (ОПК-1, ОПК-2).
57. Значение теплообмена для технологических процессов переработки нефти, газа, и конденсата. Теплопроводность. Закон Фурье (ОПК-1, ОПК-2).
58. Коэффициент теплопроводности. Температурный градиент (ОПК-1, ОПК-2).
59. Теплопроводность при стационарном режиме однослойной, многослойной плоской и цилиндрической стенки и тел произвольной формы (ОПК-1, ОПК-2)
60. Конвекционный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи. Применение методов подобия и размерностей к анализу и расчету процессов конвективного теплообмена (ОПК-1, ОПК-2).
61. Конвективный теплообмен. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости в трубах. Расчетные уравнения (ОПК-1, ОПК-2).
62. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Теплообмен излучением между параллельно и произвольно расположенными телами (ОПК-1, ОПК-2).
63. Излучение газов. Теплообмен излучением в котельных топках (ОПК-1, ОПК-2).
64. Теплопередача. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи (ОПК-1, ОПК-2).
65. Тепловой расчет теплообменных аппаратов (ОПК-1, ОПК-2).
66. Топливо. Классификация и состав топлива. Теплота сгорания. Понятие об условном топливе. Разновидности топлива (ОПК-1, ОПК-2).
67. Промышленные котельные установки. Назначение и классификация (ОПК-1, ОПК-2).
68. Элементы котельной установки. Конструктивные особенности (ОПК-1, ОПК-2).

Перечень заданий для контрольных работ
обучающихся заочной формы обучения

Задание 1. М кг газа сжимается до уменьшения объема в "Е" раз. Сжатие производится изотермическое и адиабатное. Определите объем газа в начале и конце сжатия, температуру и давление газа в конце сжатия, изменение внутренней энергии, тепло и затраченную работу для двух случаев сжатия, если дано:

начальное давление $p_1 = 0,35$ МПа;

начальная температура $t_1 = 36$ °С;

показатель адиабаты $k = 1,4$;

степень сжатия $E = 3$;

газ–воздух;

$M = 6$ кг;

Задание 2. Смесь, состоящая из 0,8 киломолей азота и 0,2 киломолей кислорода с начальными параметрами $p_1 = 1$ МПа и $T_1 = 1000$ К, расширяется до давления $p_2 = 0,43$ МПа. Расширение может осуществляться по изотерме, адиабате и политропе с показателем $n = 1,2$. Определить газовую постоянную смеси, её массу и объём, конечные параметры смеси, работу расширения, теплоту, участвующую в процессе, изменение внутренней энергии, энтальпии и энтропии. Дать сводную таблицу результатов и анализ её. Показать процессы в p_v - и T_s – диаграммах.

Указание. Показатель адиабаты, а следовательно, и теплоёмкости C_p , C_v следует принять постоянными, не зависящими от температуры.

Задание 3. На сколько уменьшится теоретическая мощность на привод трехступенчатого компрессора (по сравнению с одноступенчатым) производительностью $V = 0,5$ м³/с, если начальные параметры воздуха $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 17$ °С, конечное давление $p_2 = 6,4$ МПа, показатель политропы сжатия $n = 1,3$, КПД компрессора $\eta_k = 0,8$?

Задание 4. m кг газа расширяется политропно с показателем политропы n от начального состояния с параметрами p_1 и t_1 до конечного давления p_2 . Определить теплоту Q , работу L , изменения внутренней энергии ΔU , энтальпии ΔH и энтропии ΔS . Считать, что $c = \text{const}$. Изобразить процесс на p_v – диаграмме без соблюдения масштаба .

Задание 5. В баллоне находится воздух при давлении $p_1 = 3,0$ МПа и температуре $t_1 = 27$ оС. Воздух из баллона быстро выпускают, и, когда давления в баллоне сравняется с атмосферным, клапан баллона закрывается. Считая процесс выпуска воздуха адиабатным, определить давления в баллоне после восстановления в нем прежней температуры.

Задание 6. Определить теоретическую мощность, затрачиваемую на привод одноступенчатого компрессора производительностью $V = 0,2$ м³/с, если начальные параметры воздуха $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 20$ °С, степень повышения давления $\beta = 6$, показатель политропы сжатия $n = 1,3$, КПД компрессора $\eta_k = 0,78$.

Задание 7. Воздух из начального состояния 1 ($p_1 = 4$ МПа и $t_1 = 1600$ °С) изохорно охлаждается до температуры $t_2 = 200$ °С, а затем изотермически сжимается до состояния 3, в котором $p_3 = p_1$. Показать процесс 1-2-3 в p_v - и T_s - диаграммах.

Определить значения t , p и v воздуха в точках 1, 2, 3. Вычислить удельные значения работы, теплоты, изменения внутренней энергии и энтропии воздуха в процессах 1-2, 2-3 и 1-2-3 в целом. Изохорный процесс рассчитать с учётом зависимости теплоёмкости воздуха от температуры.

Задание 8. Воздух с начальным объемом $V_1 = 80$ м³, начальным давлением $p_1 = 2$ атм и начальной температурой $t_1 = 15$ °С сжимается до уменьшения объема в $E = 5$ раз. Сжатия производится по изотерме, по адиабате и политропе с показателем $n = 1,5$. Определить вес сжимаемого воздуха, конечные его параметры (давления, температура, удельный объем и энтропию).

Задание 9. Фактическая мощность, затрачиваемая на привод одноступенчатого компрессора, составляет 52 кВт.

Определить адиабатный к.п.д. этого компрессора, если в нём адиабатно сжимается 0,3 кг/с воздуха от давления $p_1 = 0,1$ МПа ($t_1 = 20$ °С) до $p_2 = 0,45$ МПа. Изобразить процесс в координатах p , v , и T, s .

Задание 10. Смесь, состоящая из $M_1 = 0,9$ киломолей углекислого газа и $M_2 = 0,1$ киломолей окиси углерода с начальными параметрами $p_1 = 6$ МПа и $T_1 = 2000$ К, расширяется до конечного объема $V_2 = \epsilon V_1$ ($\epsilon = 14$). Расширение осуществляется по изотерме и по адиабате. Определить газовую постоянную смеси, её массу и начальный объём, конечные параметры смеси, работу расширения, теплоту процесса, изменение внутренней энергии, энтальпии и энтропии. Дать сводную таблицу результатов и анализ ее. Показать процессы в PV - и Ts -диаграммах.

Задание 11. Какой должна быть площадь сечения отверстия предохранительного клапана парового котла, чтобы при внезапном прекращении отбора сухого насыщенного пара из него в количестве $G = 0,6$ кг/с абсолютное давление не превысило $p = 1,4$ МПа? Атмосферное давление $B = 750$ мм. рт. ст. Потерей давления пара, теплообмен при прохождении отверстия и скоростью пара на входе в отверстие клапана пренебречь .

Задание 12. В цилиндре находится воздух под давлением $p = 5,1$ атм и температуре $t_1 = 135$. Он занимает объем $V_1 = 0,88$ м³. Определите, чему будет равен объем V_2 , м³ воздуха, если при неизменном давлении температура его будет понижена до $t_2 = 0$. Определите количество отведенного тепла и совершенную работу. Среднюю теплоемкость воздуха c_p в заданном интервале температур принять по таблице справочной литературы.

Задание 13. В калориметре, содержится по 0,500 кг воды при температуре 30, опускают образцы металлов массой по 0,500 кг. Температура каждого образца равна 150. После того как были опущены образцы серебра, стали и магния, температура в соответствующих калориметрах оказалась равной 37,3, 42,1 и 54,0

Комплект контрольных вопросов для проведения устных опросов

1. Основные понятия технической термодинамики: термодинамическая система, энергия, работа, единица измерения.
2. Основные параметры состояния рабочего тела, единицы измерения.
3. Внутренняя энергия и энтальпия как функция состояния.
4. Работа изменения объема рабочего тела.
5. Первый закон термодинамики.
6. Уравнения состояния идеальных газов.
7. Основные законы идеальных газов.
8. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона.
9. Теплоемкость идеальных газов. Уравнение Майера.
10. Изохорный процесс идеальных газов.
11. Изотермический процесс идеальных газов.
12. Изобарный процесс идеальных газов.
13. Адиабатный процесс идеальных газов.
14. Политропные процессы идеальных газов.
15. Термодинамическая обратимость. Оценка эффективности циклов.
16. Основные формулировки второго закона термодинамики.
17. Цикл Карно.
18. Энтропия. Физический смысл энтропии. Уравнение Гуи-Стодола.
19. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
20. Водяной пар: основные понятия и определения.
21. Парообразование в PV -диаграмме.
22. IS -диаграмма водяного пара.
23. Влажный воздух. Относительная влажность воздуха. Температура точки росы. Id -диаграмма влажного воздуха.
24. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Техническая работа потока.
25. Истечение газов через сопла.
26. Дросселирование газов и паров.
27. Термодинамический анализ работы компрессора. Многоступенчатое сжатие в компрессорах.
28. Термодинамический цикл ДВС (цикл Отто).
29. Термодинамический цикл ДВС (цикл Дизеля).
30. Термодинамический цикл газотурбинной установки ($p = \text{const}$).
31. Термодинамический цикл Ренкина.
32. Цикл воздушной холодильной установки.
33. Цикл паровой холодильной установки.
34. Цикл теплового насоса.

Перечень дискуссионных вопросов

- 1) Что изучает техническая термодинамика?
- 2) Когда возникла термодинамика как наука? Что положено в основу технической термодинамики?
- 3) Что называется термодинамической системой?
- 4) Какая термодинамическая система называется: изолированной, открытой, закрытой, теплоизолированной?
- 5) Что называется энергией?
- 6) Что называется рабочим телом?
- 7) Что называется идеальным газом? 8) Что называется реальным газом?
- 9) Что подразумевается под термодинамическим состоянием системы? Какие состояния термодинамической системы Вам известны?
- 10) Назовите основные параметры состояния, их размерности и физический смысл?
- 11) Какое состояние термодинамической системы называют равновесным, стационарным и нестационарным?
- 12) Дайте определение термодинамического процесса (равновесного и неравновесного)?
- 13) Решите задачу: плотность воздуха при определённых условиях равна $1,29 \text{ кг/м}^3$. Определить удельный объем воздуха при этих условиях.
- 14) Решите задачу: в сосуде объемом $0,8 \text{ м}^3$ находится $1,5 \text{ кг}$ окиси углерода. Определить удельный объем и плотность окиси углерода при указанных условиях.
- 15) Водяной пар. Что называется водяным паром? В чем заключается сущность кипения? Температура кипения.
- 16). Динамическое равновесие. Насыщенный пар. Влажный насыщенный пар, сухой насыщенный пар, перегретый пар. Что называют степенью сухости и влагосодержанием пара?
- 17). Процесс парообразования в p - v и T - s – координатах. Теплота парообразования. Параметры критического состояния водяного пара.
- 18). Термодинамические параметры водяного пара и связь между ними.
- 19) Термодинамические процессы водяного пара в h - s – диаграмме. Расчет основных термодинамических параметров.
- 20). Влажный воздух. Определение ненасыщенного и перенасыщенного влажного воздуха. Точка росы.
- 21) Удельное и относительное влагосодержание. Абсолютная и относительная влажность.
- 22) h - d диаграмма влажного воздуха и определение его параметров.

Кейс-задачи

Кейс -1

Какой должна быть площадь сечения отверстия предохранительного клапана парового котла, чтобы при внезапном прекращении отбора сухого насыщенного пара из него в количестве $G = 0,6$ кг/с абсолютное давление не превысило $p = 1,4$ МПа? Атмосферное давление $B = 750$ мм. рт. ст. Потерей давления пара, теплообмен при прохождении отверстия и скоростью пара на входе в отверстие клапана пренебречь

Кейс-2

В цилиндре находится воздух под давлением $p = 5,1$ атм и температуре $t_1 = 135$ °С. Он занимает объем $V_1 = 0,88$ м³. Определите, чему будет равен объем V_2 , м³ воздуха, если при неизменном давлении температура его будет понижена до $t_2 = 0$ °С. Определите количество отведенного тепла и совершенную работу. Среднюю теплоемкость воздуха c_p в заданном интервале температур принять по таблице справочной литературы.

Кейс – 3.

В калориметре, содержится по 0,500 кг воды при температуре 30 °С, опускают образцы металлов массой по 0,500 кг. Температура каждого образца равна 150 °С. После того как были опущены образцы серебра, стали и магния, температура в соответствующих калориметрах оказалась равной 37,3 °С, 42,1 °С и 54,0 °С .
Определить теплоемкости металлов, пренебрегая массой калориметров.

Кейс - 4

Мощность станции на выходных шинах составляет 12 МВт. Какое количество топлива B , кг/ч, сжигается в топках котлов электростанции, если все потери энергии на станции составляют 70 %, а теплота сгорания топлива $Q_H = 6700$ ккал/кг.

Кейс-5

Стальной образец массой 0,2 кг долгое время выдерживается в нагревательной печи. Затем он быстро опускается в калориметр с 0,5 кг воды при $t = 20$ °С. Температура воды в калориметре после установления равновесного состояния становится равной 75 °С.

Какова температура в нагревательной печи? Теплоемкость стали $c_{ст} = 470$ Дж/(кг × К).

Кейс - 6

В калориметре, содержится по 0,500 кг воды при температуре 30 °С, опускают образцы металлов массой по 0,500 кг. Температура каждого образца равна 150 °С. После того как были опущены образцы серебра, стали и магния, температура в соответствующих калориметрах оказалась равной 37,3 °С, 42,1 °С и 54,0 °С .
Определить теплоемкости металлов, пренебрегая массой калориметров.

Комплект тестовых заданий

1. По изменению какой из приведенных ниже величин можно судить о том, подводится теплота к рабочему телу или отводится от него?

- :a) Энтальпия
- :b) Температура.
- +:c) Энтропия
- :d) Удельный объем

2. Какая термодинамическая система называется изолированной?

- +:a) Система не обменивается с окружающей средой теплотой и механической работой
- :b) Система не обменивается с окружающей средой механической работой
- :c) Система не обменивается с окружающей средой любыми видами энергии
- :d) Система не обменивается с окружающей средой химической энергией и теплотой

3. По изменению какой из приведенных ниже величин можно определить знак работы?

- :a) Внутренняя энергия
- :b) Энтропия
- :c) Температура
- +:d) Удельный объем

4. Какое из приведенных ниже соотношений определяет содержание второго начала термодинамики?

- :a) $ds = dq/T$
- :b) $ds < dq/T$
- +:c) $ds \geq dq/T$
- :d) $ds \leq dq/T$

5. Какими из приведенных ниже соотношений определяется абсолютное давление? (B_0 –барометрическое давление; $p_{изб}$ –избыточное давление; H_0 –разрежение).

- :a) $H_0 + p_{изб}$.
- +:b) $B_0 + p_{изб}$.
- :c) $B_0 - p_{изб}$.
- :d) $p_{изб} - B_0$.

6. В каком из процессов теплота равна изменению энтальпии?

- +:a) Изобарный
- :b) Изохорный
- :c) Адиабатный
- :d) Изотермический

7. Каким выражением определяется приращение внутренней энергии идеального газа du ?

- :a) $T*ds$
- :b) c_p*dt
- :c) $p*dv$
- +:d) c_v*dt .

8. Каким выражением определяется элементарная работа расширения газа dl ?

- :a) $T*ds$
- :b) c_v*dt
- +:c) $p*dv$
- :d) c_p*dt

9. Что устанавливает закон Нернста?

- :a) При абсолютном нуле теплоемкость каждого вещества в отдельности равна нулю
- :b) При абсолютном нуле суммарная теплоемкость конденсированных веществ равна нулю.
- +:c) Вблизи абсолютного нуля максимальные работы и тепловые эффекты в реакциях, протекающих в конденсированных системах, равны
- :d) При абсолютном нуле энтропия конденсированных веществ равна нулю

11. Где расположена критическая точка в фазовой h_s –диаграмме

- :a) На пограничной кривой в точке максимума энтальпии
- :b) На правой ветви пограничной кривой
- +:c) На левой ветви пограничной кривой
- :d) На пограничной кривой в точке минимума энтальпии

12. Что такое степень сухости (x) водяного пара?

- +:a) Отношение массы паровой фракции к общей массе влажного пара
- :b) Отношение массы паровой фракции к массе жидкой фракции
- :c) Отношение температуры пара к температуре насыщения
- :d) Масса паровой фракции в единице объема

13. Чему равна энтальпия h_x влажного насыщенного пара со степенью сухости x ?

- :a) h'
- :b) $h - gx$.
- :c) gx .
- +:d) $h'+gx$.

14. Что такое влагосодержание воздуха d ?

- :a) Отношение массы водяного пара к массе влажного воздуха в данном объеме.
- :b) Масса водяного пара в данном объеме влажного воздуха
- +:c) Отношение массы водяного пара к массе сухого воздуха в смеси
- :d) Масса водяного пара в 1 м³ влажного воздуха

15. Что такое температура точки росы t_p ?

- :a) Температура насыщения при данном давлении
- +:b) Температура, при которой достигается относительная влажность при охлаждении воздуха
- :c) Температура смоченного термометра
- :d) Температура испаряющейся жидкости

16. Какое применение имеют сопла Лавала

- +:a) Получение струи газа со сверхзвуковой скоростью
- :-b) Измерение скорости течения
- :-c) Измерение расхода газа
- :-d) Распыливание топлива в форсунках

17. Чему равна теоретическая скорость газа при адиабатном истечении через сопло?

- :-a) $[2(p_1 - p_2)]^{0,5}$
- :-b) $(2p_1/p_2)^{0,5}$
- :-c) $(2p_2/p_1)^{0,5}$
- +:d) $[2(h_1 - h_2)]^{0,5}$.

18. Как меняется температура идеального газа при дросселировании?

- :-a) Уменьшается
- :-b) Увеличивается
- +:c) Остается неизменной
- :-d) Колеблется около некоторого среднего значения

19. При каком процессе сжатия работа, затрачиваемая на привод компрессора, будет иметь наименьшее значение?

- :-a) При адиабатном сжатии
- :-b) При сжатии по политропе, $k > n > 1$
- +:c) При изотермическом сжатии
- :-d) При сжатии по политропе, $n > k$

20. Как изменяется работа, затрачиваемая на привод многоступенчатого поршневого компрессора, с увеличением (при прочих равных условиях) числа ступеней сжатия?

- :-a) Увеличивается
- :-b) Однозначный ответ невозможен
- :-c) Не изменяется
- +:d) Уменьшается

21. Для чего при высоких степенях сжатия газа применяются многоступенчатые компрессоры с охлаждением между ступенями?

- :-a) Чтобы уменьшить нагрузку на подшипники
- :-b) Чтобы уменьшить объемные потери
- +:c) Чтобы избежать недопустимо высоких температур газа
- :-d) Чтобы повысить КПД компрессора

22. Почему цикл Карно называют циклом идеальной тепловой машины?

- +:a) Цикл Карно обеспечивает наивысший термический КПД при заданных температурах подвода и отвода теплоты.
- :-b) Машина, работающая по циклу Карно, не загрязняет окружающую среду
- :-c) При повышении цикла Карно параметры рабочего тела возвращаются к исходным значениям
- :-d) Машина, работающая по циклу Карно, имеет наименьшие массу и габариты

23. Чем ограничивается степень сжатия ϵ в карбюраторных ДВС?

- :-a) Мощностью стартера
- :-b) Самовоспламенением горючей смеси
- :-c) Отказами системы зажигания
- +:d) Нагрузкой на кривошипно-шатунный механизм

24. Чем ограничивается степень повышения давления в газотурбинных установках (ГТУ)?

- :-a) Нагрузкой на подшипники
- :-b) Потерями энергии в компрессоре
- +:c) Пределом текучести лопаток турбины при высоких температурах
- :-d) Увеличением шума

25. Для чего применяется регенерация теплоты в ГТУ?

- :-a) Для улучшения массогабаритных показателей
- +:b) Для повышения термического КПД
- :-c) Для уменьшения вредных выбросов в атмосферу
- :-d) Для снижения степени сжатия в компрессоре

26. В чем преимущество дизельного двигателя перед ГТУ?

- +:a) У дизеля выше КПД.
- :-b) Дешевле изготовление
- :-c) Дешевле топливо
- :-d) Проще в обслуживании

27. Как изменяются термический КПД цикла Ренкина и влажность пара на выходе из турбины с ростом давления пара перед турбиной (при прочих равных условиях)?

- :a) КПД цикла увеличивается, влажность пара уменьшается
- :b) КПД циклы и влажность пара уменьшаются
- :c) КПД цикла уменьшается, влажность пара увеличивается
- +:d) КПД цикла и влажность пара увеличиваются

28. Как изменяется термический КПД цикла Ренкина при повышении давления в конденсаторе?

- :a) Не изменяется
- :b) Колеблется около некоторого среднего значения
- +:c) Уменьшается
- :d) Увеличивается

29. Какую выгоду дает применение ПТУ с комбинированной выработкой электрической и тепловой энергии на ТЭЦ?

- :a) Возможность использовать более дешевое топливо
- :b) Уменьшение затрат на оборудование
- +:c) Повышение степени использования теплоты
- :d) Упрощение обслуживания

30. Что дает регенеративный подогрев питательной воды в ПТУ?

- :a) Уменьшение затрат на оборудование
- :b) Уменьшение эрозионного износа лопаток турбины
- :c) Уменьшение расхода пара на выработку 1 кВт.ч. мощности
- +:d) Повышение термического КПД цикла

31. Почему термический КПД атомных ПТУ ниже, чем в установочных на органическом топливе?

- :a) Больше затрачивается энергии на собственные нужды
- :b) Турбины имеют меньше ступеней
- +:c) В атомных установках острый пар – насыщенный с более низкими пара- метрами
- :d) Выше давление в конденсаторе

32. Выберите определение понятия «прямой цикл».

- +:a) Цикл, в котором линия расширения расположена выше линии сжатия
- :b) Цикл, в котором линия расширения расположена ниже линии сжатия
- :c) Цикл, в котором линии расширения и сжатия совпадают
- :d) Цикл, в котором линия подвода теплоты расположена ниже линии отвода теплоты

33. В закрытом сосуде находится идеальный газ при избыточном давлении $p_1 = 0,02$ МПа при температуре 400°C . До какой температуры ($^\circ\text{C}$) нужно его охладить, чтобы в сосуде установилось разрежение $p_2 = 0,03$ МПа. Барометрическое давление $0,1$ МПа.

- :a) 233
- :b) 176
- :c) 267
- +:d) 120

34. Выберите наиболее полное определение понятия «идеальный газ»

- :a) Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь размерами молекул
- :b) Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь силами взаимодействия между молекулами
- +:c) Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь размерами молекул и силами взаимодействия между ними
- :d) Состояние реального вещества, в котором не существенно влияние вращательного, колебательного и поступательного движения молекул

35. Как меняется энтальпия идеального газа при дросселировании

- :a) Уменьшается
- +:b) Остается неизменной
- :c) Увеличивается
- :d) Колеблется около некоторого среднего значения

36. Идеальный газ, занимающий объем $0,05$ м³, при давлении $0,1$ МПа сжимается изотермически до половины объема. Определите количество теплоты (кДж) процесса.

- +:a) 3,47
- :b) -3,47
- :c) -34,7
- :d) -1,73

37. Масса идеального газа при неизменных температуре и плотности увеличивается вдвое. Что при этом произойдет с

давлением?

- :a) Увеличится в 2 раза
- :b) Уменьшится в 2 раза
- :c) Уменьшится в 4 раза
- +:d) Не изменится

38. Какими свойствами обладает внутренняя энергия идеального газа?

- :a) Зависит от давления, не зависит от объема
- :b) Не зависит от давления и температуры
- +:c) Зависит от объема и температуры
- :d) Не зависит от объема и температуры

39. Как работает тепловой насос?

- :a) Теплота, отнятая от окружающей среды, аккумулируется в баке с водой
- :b) Окружающая среда (воздух, вода) непосредственно подается насосом для отопителя
- +:c) Теплота окружающей среды с низкой температурой повышается, за счет затраты механической энергии, до уровня пригодного для отопления

40. На каком принципе работает тепловая труба?

- +:a) Герметичная труба с теплоносителем внутри, движение которого осуществляется под действием капиллярных сил при нагревании одного конца трубы
- :b) Труба открыта с одного конца и заполнена теплоносителем
- :c) Труба открыта с обеих сторон, по которой прокачивается горячий тепло- носитель

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Критерии оценки к зачету и зачету с оценкой

зачет /оценка «отлично» (86-100 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему систематические и глубокие знания учебно-программного материала, умения свободно выполнять задания, предусмотренные программой в типовой ситуации (с ограничением времени) и в нетиповой ситуации, знакомство с основной и дополнительной литературой, усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины в их значении приобретаемой специальности и проявившему творческие способности и самостоятельность в приобретении знаний.

зачет /оценка «хорошо» (71-85 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешное выполнение заданий, предусмотренных программой в типовой ситуации (с ограничением времени), усвоение материалов основной литературы, рекомендованной в программе, способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей работы над литературой и в профессиональной деятельности.

зачет /оценка «удовлетворительно» (56-70 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, знакомство с основной литературой, рекомендованной программой, умение выполнять задания, предусмотренные программой.

незачет /оценка «неудовлетворительно» (менее 56 баллов) ставится обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, слабые побуждения к самостоятельной работе над рекомендованной основной литературой.

Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании академии без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Критерии оценивания контрольной работы текущего контроля успеваемости обучающихся (рекомендуемое)

Комплект контрольных вопросов для проведения устных опросов

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Обучающийся полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса (задания); обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.
71-85 баллов «хорошо»	Обучающийся достаточно полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса (задания); обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно. Допускает 1-2 ошибки, исправленные с помощью наводящих вопросов.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание (вопрос), допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Отмечаются такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

**Критерии оценивания контрольной работы дискуссионных тем и вопросов для круглого стола
(дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

Перечень дискуссионных тем

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- теоретический уровень знаний;
- качество ответов на вопросы;
- подкрепление материалов фактическими данными (статистические данные или др.);
- практическая ценность материала;
- способность делать выводы;
- способность отстаивать собственную точку зрения;
- способность ориентироваться в представленном материале;
- степень участия в общей дискуссии.

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Обучающийся свободно владеет учебным материалом; проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления, публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; высказывать свою точку зрения.
71-85 баллов «хорошо»	Ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков: в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искавшие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов. Обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы умения и навыки публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

**Критерии оценивания контрольной работы для контрольной работы
(обязательно для дисциплин, где по УП предусмотрена контрольная работа)**

Перечень заданий для контрольной работы

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- полнота раскрытия темы;
- правильность формулировки и использования понятий и категорий;
- правильность выполнения заданий/ решения задач;
- аккуратность оформления работы и др.

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Полное раскрытие темы, указание точных названий и определений, правильная формулировка понятий и категорий, приведены все необходимые формулы, соответствующая статистика и т.п., все задания выполнены верно (все задачи решены правильно), работа выполнена аккуратно, без помарок.
71-85 баллов «хорошо»	Недостаточно полное раскрытие темы, одна-две несущественные ошибки в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных и т. п., кардинально не меняющие суть изложения, наличие незначительного количества грамматических и стилистических ошибок, одна-две несущественные погрешности при выполнении заданий или в решениях задач. Работа выполнена аккуратно.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Ответ отражает лишь общее направление изложения лекционного материала, наличие более двух несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; большое количество грамматических и стилистических ошибок, одна-две существенные ошибки при выполнении заданий или в решениях задач. Работа выполнена небрежно.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Тема не раскрыта, более двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных, при выполнении заданий или в решениях задач, наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

Критерии оценивания контрольной работы тестовых заданий

Материалы тестовых заданий

Материалы тестовых заданий следует сгруппировать по темам/разделам изучаемой дисциплины (модуля) в следующем виде:

Тема (темы) / Раздел дисциплины (модуля)

Тестовые задания по данной теме (темам)/Разделу с указанием правильных ответов.

Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерные критерии оценивания:

- отношение правильно выполненных заданий к общему их количеству

Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)

Примерная шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Выполнено 86-100% заданий
71-85 баллов «хорошо»	Выполнено 71-85% заданий
56-70 баллов «удовлетворительно»	Выполнено 56-70% заданий
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Выполнено 0-56% заданий

Критерии оценивания контрольной работы кейс-задач	
Задание (я): Критерии оценивания (устанавливаются разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся) Примерные критерии оценивания: - соответствие решения сформулированным в кейсе вопросам (адекватность проблеме и рынку); - оригинальность подхода (новаторство, креативность); - применимость решения на практике; - глубина проработки проблемы (обоснованность решения, наличие альтернативных вариантов, прогнозирование возможных проблем, комплексность решения). Шкала оценивания (устанавливается разработчиком самостоятельно с учетом использования рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся) Примерная шкала оценивания:	
Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Предложенное решение соответствует поставленной в кейс-задаче проблеме. Обучающийся применяет оригинальный подход к решению поставленной проблемы, демонстрирует высокий уровень теоретических знаний, анализ соответствующих источников. Формулировки кратки, ясны и точны. Ожидаемые результаты применения предложенного решения конкретны, измеримы и обоснованы.
71-85 баллов «хорошо»	Предложенное решение соответствует поставленной в кейс-задаче проблеме. Обучающийся применяет в основном традиционный подход с элементами новаторства, частично подкрепленный анализом соответствующих источников, демонстрирует хороший уровень теоретических знаний. Формулировки недостаточно кратки, ясны и точны.
	Ожидаемые результаты применения предложенного решения требуют исправления незначительных ошибок.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Предложенное решение требует дополнительной конкретизации и обоснования, в целом соответствует поставленной в задаче проблеме. При решении поставленной проблемы обучающийся применяет традиционный подход, демонстрирует твердые знания по поставленной проблеме. Предложенное решение содержит ошибки, уверенно исправленные после наводящих вопросов.
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в решении ситуации, непонимание сущности рассматриваемой проблемы, неуверенность и неточность ответов после наводящих вопросов. Предложенное решение не обосновано и не применимо на практике

ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ			
Ведомость изменений			
№ п/п	Вид обновлений	Содержание изменений, вносимых в ОПОП	Обоснование изменений
1			
2			
3			
4			
5			
6			