

Документ подписан при помощи ЭЦП

Информация о владельце:

ФИО: Кузнецова Эмилия Васильевна

Должность: Рассмотрено и одобрено на заседании

Ученого совета Протокол № 8 от 17

апреля 2025 года с изменениями и

дополнениями, одобренными протоколами

Ученого совета №23/24-02 от 26 января

2024 года, №25/6 от 21 апреля 2025 года,

№25/11 от 28 ноября 2025 года

ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ БИЗНЕСА И УПРАВЛЕНИЯ»

УТВЕРЖЕНО

Проректор по учебно-воспитательной
работе и качеству образования

Ю.Н.Паничкин

«28» ноября 2025 года



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

к рабочей программе дисциплины

Теплотехника

Направление подготовки: **23.03.01 Технология транспортных процессов**

Направленность подготовки
(профиль): **Организация перевозок и безопасность движения**

Уровень программы: **бакалавриат**

Форма обучения: **очная**

Для оценки сформированности компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Индикатор: ОПК-1.1 Знает: - теорию, методики и основные законы в области общинженерных наук

Индикатор: ОПК-1.2 Умеет: - использовать полученные теоретические знания при решении задач в технических приложениях профессиональной деятельности

Индикатор: ОПК-1.3 Владеет: - навыками применения общинженерных методик в реализации технологических процессов в профессиональной деятельности

г.Рязань
2025 г.

Закрытые задания на установление соответствия

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст и установите соответствие

Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 2 мин.

Задание 1: Установите соответствие между термодинамическими законами и их формулировками.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|-------------------------------|--|
| А) Первый закон термодинамики | 1) $\Delta U = Q - W$ (баланс энергии системы) |
| Б) Второй закон термодинамики | 2) Вводит понятие энтропии и невозможность создания «вечного двигателя» II рода |
| В) Закон Дальтона | 3) Давление смеси газов равно сумме их парциальных давлений |
| Г) Закон Авогадро | 4) В равных объёмах газов при одинаковых T и p содержится одинаковое число молекул |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 2 мин.

Задание 2: Установите соответствие между видом идеального процесса и его уравнением ограничения.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|---------------------------------------|---|
| А) Изохорический процесс | 1) $V = \text{const}$ |
| Б) Изобарический процесс | 2) $p = \text{const}$ |
| В) Адиабатический (обратимый) процесс | 3) $p \cdot V^\kappa = \text{const}$ |
| Г) Изотермический процесс | 4) $T = \text{const}; p \cdot V = \text{const}$ |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 2 мин.

Задание 3: Соотнесите термодинамическое свойство и его принятое обозначение.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|-----------------------|-----------------|
| А) Энтальпия | 1) h |
| Б) Энтропия | 2) s |
| В) Внутренняя энергия | 3) u |
| Г) Температура | 4) T |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 2 мин.

Задание 4: Установите соответствие между тепловым циклом и основным объектом применения.

- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| А) Цикл Отто | 1) Бензиновый поршневой ДВС |
| Б) Цикл Дизеля | 2) Дизельный поршневой ДВС |
| В) Цикл Брайтона-Жуаля | 3) Газотурбинная установка |
| Г) Цикл Ренкина | 4) Паровая турбинная установка ТЭС |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 2 мин.

Задание 5: Установите соответствие между способом теплопередачи и основным законом, описывающим поверхностный тепловой поток.

| | |
|-----------------------------|--|
| А) Теплопроводность | 1) $q = -\lambda \nabla T$ (закон Фурье) |
| Б) Конвективная теплоотдача | 2) $q = \alpha \cdot (T_s - T_\infty)$ (закон Ньютона-Рихмана) |
| В) Тепловое излучение | 3) $q = \sigma \cdot \varepsilon \cdot (T_s^4 - T_{\text{окр}}^4)$ (закон Стефана-Больцмана) |
| Г) Кипение/испарение | 4) $q = C \cdot (\Delta T)^n$ (обобщённое уравнение Нукселя) |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 2 мин.

Задание 6: Соотнесите безразмерное число и его определяющее выражение.

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| А) Число Рейнольдса | 1) $Re = \rho \cdot v \cdot L / \mu$ |
| Б) Число Нуссельта | 2) $Nu = h \cdot L / \lambda$ |

| | |
|-------------------|--|
| В) Число Прандтля | 3) $Pr = \nu / \alpha$ |
| Г) Число Грасгофа | 4) $Gr = g \cdot \beta \cdot \Delta T \cdot L^3 / \nu^2$ |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 2 мин.

Задание 7: Установите соответствие между типом краевой тепловой задачи и её математическим условием на границе Г.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|------------------------------|--|
| А) Условие Дирихле (I рода) | 1) $T _{\Gamma} = T_0$ |
| Б) Условие Неймана (II рода) | 2) $(\partial T / \partial n) _{\Gamma} = q'' / \lambda$ |
| В) Условие Робина (III рода) | 3) $-\lambda(\partial T / \partial n) _{\Gamma} = \alpha \cdot (T_s - T_{\infty})$ |
| Г) Периодическое условие | 4) $T(0) = T(L)$ |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 2 мин.

Задание 8: Соотнесите схему движения потоков в теплообменнике со словесным описанием.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|---------------------|---|
| А) Противоток | 1) Потоки движутся навстречу друг другу |
| Б) Поперечный поток | 2) Потоки пересекаются под углом 90° |
| В) Смешанный поток | 3) Один поток изменяет направление или перемешивается, образуя комбинацию прямого и противотока |
| Г) Прямоток | 4) Оба потока движутся в одном направлении |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 2 мин.

Задание 9 : Соотнесите вид топлива и характерный диапазон его низшей теплотворной способности q_n (МДж/кг).

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|------------------|-----------------|
| А) Природный газ | 1) ≈ 50 |

| | |
|----------------------|-----------------|
| Б) Бурый уголь | 2) ≈ 15 |
| В) Каменный уголь | 3) ≈ 28 |
| Г) Древесные пеллеты | 4) ≈ 18 |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 2 мин.

Задание 10: Соотнесите тип парового котла с диапазоном рабочего давления пара.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|---------------------------|---------------------|
| А) Низкого давления | 1) $p < 0,07$ МПа |
| Б) Среднего давления | 2) $0,07 - 1,4$ МПа |
| В) Высокого давления | 3) $1,4 - 4$ МПа |
| Г) Сверхвысокого давления | 4) $p > 10$ МПа |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 2 мин.

Задание 11: Соотнесите огнеупорный материал футеровки печи с его ключевым свойством.

| | |
|------------------------|---|
| А) Корундовый кирпич | 1) Огнеупорность > 1700 °С, высокая коррозионная стойкость |
| Б) Шамотный кирпич | 2) Универсальный, огнеупорность до 1500 °С |
| В) Динасовый кирпич | 3) Кислый, стойкий к SiO_2 -богатым шлакам, ~ 1700 °С |
| Г) Магнезитовый кирпич | 4) Основной, стойкий к CaO -богатым шлакам, ~ 1800 °С |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 2 мин.

Задание 12: Установите соответствие между теплоизоляционным материалом и максимальной рабочей температурой (°С).

| | |
|---------------------|--------|
| А) Минеральная вата | 1) 650 |
| Б) Стекловата | 2) 450 |

| | |
|-------------------------|---------|
| В) Керамическое волокно | 3) 1200 |
| Г) Пенополиуретан | 4) 120 |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 2 мин.

Задание 13: Соотнесите лабораторный прибор с измеряемой величиной.

| | |
|----------------|--|
| А) Термопара | 1) Температура |
| Б) Трубка Пито | 2) Скорость потока |
| В) Манометр | 3) Давление |
| Г) Тепловизор | 4) Карта распределения излучательной температуры |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 2 мин.

Задание 14: Соотнесите вид ошибки измерения и его характеристику.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|----------------------------|--|
| А) Систематическая ошибка | 1) Постоянное смещение результата в одну сторону |
| Б) Случайная ошибка | 2) Без закономерности изменяет знак и величину |
| В) Грубая ошибка | 3) Возникает из-за промаха оператора и исключается при обработке |
| Г) Инструментальная ошибка | 4) Обусловлена конструктивными недостатками прибора |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 2 мин.

Задание 15: Соотнесите этап инженерного эксперимента с его содержанием.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|--------------------|--|
| А) Постановка цели | 1) Формулировка ожидаемого результата и критериев успеха |
| Б) Планирование | 2) Выбор методик, оборудования и графика испытаний |

| | |
|----------------------------|---|
| В) Проведение эксперимента | 3) Сбор первичных измерений |
| Г) Обработка данных | 4) Расчёт, аппроксимация и анализ полученных данных |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 2 мин.

Задание 16: Соотнесите индикатор компетенции с его сущностным описанием.

| Нормативный ряд | Варианты ответа |
|-----------------|---|
| А) ОПК-1.1 | 1) Знание теории и законов инженерных наук |
| Б) ОПК-1.2 | 2) Умение применять теорию для решения технических задач |
| В) ОПК-1.3 | 3) Навыки практического использования методик в технологических процессах |
| Г) ПК-2.1 | 4) Способность проектировать тепловые схемы оборудования |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

Ключи к заданиям

| Номер вопроса | Правильный вариант ответа |
|---------------|---------------------------|
| 1 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 2 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 3 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 4 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 5 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 6 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 7 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 8 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 9 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 10 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 11 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 12 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 13 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 14 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 15 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |
| 16 | А→1 Б→2 В→3 Г→4 |

Закрытые задания на установление последовательности

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст и установите последовательность

Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 1: Определите порядок прохождения рабочего тела в идеальном цикле Ренкина, начиная с выхода из конденсатора.

Варианты ответа:

А) Нагрев воды до кипения при постоянном давлении

Б) Адиабатное расширение пара в турбине

В) Конденсация пара при постоянном давлении

Г) Сжатие жидкости насосом

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 2: Упорядочите действия при расчёте термического КПД идеального цикла Карно при известных температурах горячего $(T_{\text{в}})$ и холодного $(T_{\text{н}})$ резервуаров.

Варианты ответа:

А) Подстановка $(T_{\text{в}})$ и $(T_{\text{н}})$ в выражение $\eta = 1 - T_{\text{н}}/T_{\text{в}}$

Б) Запись определения КПД теплового цикла

В) Определение температур горячего и холодного источников из условия задачи

Г) Представление первого начала для изотерм: $(Q_{\text{н}}/Q_{\text{в}} = T_{\text{н}}/T_{\text{в}})$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 3: Определите последовательность действий для расчёта изменения энтропии идеального газа между двумя состояниями 1 и 2.

Варианты ответа:

А) Определить температуры $(T_{\text{1}}, T_{\text{2}})$

Б) Определить объёмы $(V_{\text{1}}, V_{\text{2}})$ или давления $(p_{\text{1}}, p_{\text{2}})$

В) Применить формулу $\Delta s = (c_{\text{v}} \ln \frac{T_{\text{2}}}{T_{\text{1}}} + R \ln \frac{V_{\text{2}}}{V_{\text{1}}})$

Г) Считать свойства начального и конечного состояния из таблиц или уравнения состояния

Запишите соответствующую последовательность цифр **слева направо:**

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 4: Установите порядок действий при определении степени сухости пара x после дросселирования, используя таблицы водяного пара.

Варианты ответа:

- А) Определить давление p_2 после дросселирования
- Б) Найти энтальпию насыщенной жидкости $h_f(p_2)$
- В) Найти энтальпию насыщенного пара $h_g(p_2)$
- Г) Рассчитать $x = \frac{h_2 - h_f}{h_g - h_f}$

Запишите соответствующую последовательность цифр **слева направо:**

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 5: Расположите фазы вещества на $(p-v)$ диаграмме при изотермическом повышении давления, начиная с состояния идеального газа и заканчивая сверхкритическим флюидом ($T > T_{кр}$).

Варианты ответа:

- А) Газообразная фаза
- Б) Двухфазная область (кипение/конденсация)
- В) Жидкая фаза
- Г) Сверхкритический флюид

Запишите соответствующую последовательность цифр **слева направо:**

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 6: Установите последовательность составления энергетического баланса для стационарного открытого устройства (контрольного объёма).

Варианты ответа:

- А) Определить контрольный объём и направления потоков
- Б) Составить список допущений (стационарность, $\Delta KE \approx \Delta PE \approx 0$), отсутствие хим. реакций и т.д.)

В) Записать уравнение сохранения энергии

$$\Sigma \dot{m}(h + v^2/2 + gz) + \dot{Q} - \dot{W} = \text{const}$$

Г) Определить тепловые и механические взаимодействия (\dot{Q}, \dot{W})

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 7 Определите порядок расчёта стационарного теплового потока через плоскую стенку толщиной δ , имеющей теплопроводность λ , если коэффициенты теплоотдачи на границах равны α_1 и α_2 .

Варианты ответа:

А) Вычислить сопротивления плёнок $(R_{\{1\}}=1/\alpha_1, R_{\{2\}}=1/\alpha_2)$

Б) Вычислить сопротивление теплопроводности $(R_{\{cond\}}=\delta/\lambda)$

В) Сложить сопротивления $(R_{\{\Sigma\}}=R_{\{1\}}+R_{\{cond\}}+R_{\{2\}})$

Г) Найти поток $(q = \frac{T_{\{1\}}-T_{\{2\}}}{R_{\{\Sigma\}}})$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 8: Установите последовательность этапов при построении безразмерной корреляции числа Нуссельта для внутреннего течения в трубе методом анализа размерностей.

Варианты ответа:

А) Составить список всех релевантных физических параметров процесса

Б) Применить теорему Бэкингема П для получения независимых безразмерных групп

В) Определить диагностическую группу (Nu) как функцию остальных групп

Г) Установить коэффициенты корреляции по экспериментальным данным

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 9: Определите порядок расчёта общего коэффициента теплопередачи $\langle U \rangle$ для кожухотрубного теплообменника.

Варианты ответа:

А) Определить коэффициенты теплоотдачи $\langle \alpha_i, \alpha_o \rangle$ по соответствующим корреляциям

Б) Найти тепловое сопротивление стенки $\langle R_w = \delta/\lambda \rangle$

В) Учесть сопротивления загрязнений $\langle R_{fouling,i}, R_{fouling,o} \rangle$

Г) Найти $\langle U = 1 / (1/\alpha_i + R_w + 1/\alpha_o + R_{fouling,i} + R_{fouling,o}) \rangle$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 10: Установите последовательность применения метода разделения переменных для решения нестационарной задачи теплопроводности в пластине толщиной $2L$ с изотермическими границами.

Варианты ответа:

А) Принять представление $\langle T(x,t) = X(x) \cdot \Theta(t) \rangle$

Б) Подставить в уравнение теплопроводности и разделить переменные

В) Решить ОДУ для $\langle X(x) \rangle$ и $\langle \Theta(t) \rangle$ с учётом граничных условий

Г) Сформировать общее решение в виде ряда Фурье, удовлетворяющего начальным условиям

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 11: Установите последовательность проектирования печи прямого нагрева.

Варианты ответа:

А) Определить требуемую тепловую мощность по производительности

Б) Выбрать тип и расположение горелок

В) Рассчитать температурное поле рабочего пространства

Г) Оценить теплотери и выбрать утеплитель

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 12: Расположите этапы пуска водотрубного парового котла в технологической последовательности.

Варианты ответа:

- А) Проверка уровней воды и работы систем управления
- Б) Продувка барабана и линий
- В) Розжиг пилотной горелки и вывод котла на минимальный факел
- Г) Медленный прогрев контуров и выход на рабочее давление

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 13: Определите последовательность выполнения энергетического аудита промышленного теплопотребляющего оборудования.

Варианты ответа:

- А) Сбор исходных данных и замеров режима работы
- Б) Анализ энергоэффективности и выявление потерь
- В) Разработка рекомендаций по снижению потребления энергии
- Г) Подготовка отчёта и экономической оценки

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 14: Расположите критерии выбора теплоизоляционного материала в порядке их рассмотрения при проектировании.

Варианты ответа:

- А) Рабочая температура и термическая стойкость
- Б) Теплопроводность λ
- В) Огнестойкость и безопасность

Г) Стоимость и срок службы

Запишите соответствующую последовательность цифр **слева направо:**

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 15: Упорядочите действия студента при подготовке к теоретическому экзамену по теплотехнике.

Варианты ответа:

А) Повторение лекционного материала

Б) Решение типовых задач

В) Консультация с преподавателем по сложным темам

Г) Прохождение пробного тестирования

Запишите соответствующую последовательность цифр **слева направо:**

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 16: Определите порядок оформления лабораторного отчёта по определению коэффициента теплопередачи.

Варианты ответа:

А) Описание объекта и методики эксперимента

Б) Представление экспериментальных данных в таблицах и графиках

В) Расчёт коэффициента теплопередачи по формуле $(q = U A \Delta T)$

Г) Выводы и рекомендации по улучшению методики

Запишите соответствующую последовательность цифр **слева направо:**

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Ключи к заданиям

| Номер вопроса | Правильный вариант ответа |
|---------------|--|
| 1 | $\Gamma \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow B$ |
| 2 | $B \rightarrow \Gamma \rightarrow B \rightarrow A$ |
| 3 | $\Gamma \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow B$ |
| 4 | $A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$ |
| 5 | $A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$ |
| 6 | $A \rightarrow B \rightarrow \Gamma \rightarrow B$ |
| 7 | $A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$ |

| | |
|----|--|
| 8 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |
| 9 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |
| 10 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |
| 11 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |
| 12 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |
| 13 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |
| 14 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |
| 15 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |
| 16 | $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma$ |

Открытые задания с развернутым ответом

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 1: Что такое удельная энтальпия рабочего тела?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 3 мин.

Задание 2: Как изменение давления насыщения влияет на температуру кипения воды?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 3: В чём разница между изобарной и изохорной удельной теплоёмкостью идеального газа?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 4: Какие основные виды теплопередачи задействованы в паровом котле? Перечислите кратко.

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 5: Почему дросселирование пара не позволяет получить полезную работу?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 6: Что произойдёт с термическим КПД цикла Ренкина, если понизить давление в конденсаторе?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 7: Какой механизм теплопередачи доминирует в вакуумной колбе термоса и почему?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 8: Какой способ охлаждения мощного микропроцессора в ограниченном объёме эффективнее — воздушный радиатор или тепловая трубка, и почему?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 9: Газовый водогрейный котёл работает с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,5$. Какие меры предложите для повышения его КПД?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 10: Что такое число Нуссельта?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 11: Как влияет увеличение числа Рейнольдса в круглой трубе на режим течения?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 12: В чём отличие термического КПД реального цикла от цикла Карно с теми же пределами температур?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

Задание 13: Перечислите основные группы огнеупорных футеровочных материалов по химическому характеру.

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 14: Почему увеличение влажности угольного топлива снижает его низшую теплотворную способность?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 4 мин.

Задание 15: Что произойдёт с плотностью теплового потока через плоскую стенку, если её толщину увеличить вдвое при неизменной ΔT ?

Поле для ответа:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 4 мин.

Задание 16: Какой метод измерения температуры предпочтителен в агрессивной среде при $p > 10$ МПа и $T > 600$ °С?

Поле для ответа:

Ключи к заданиям

| Номер вопроса | Ответ (развернутое обоснование) |
|---------------|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none">• h используется для энергетических балансов открытых систем.• Вводится дифференциал $dh = du + p dv + v dp$. |
| 2 | <ul style="list-style-type: none">• При более высоком p молекулам сложнее покинуть жидкость.• Для преодоления сил требуется более высокая T.• Пример: при 0,1 МПа $T_{\text{кип}} = 100$ °С; при 1 МПа ≈ 180 °С. |
| 3 | <ul style="list-style-type: none">• Изохорно: Q идёт только на рост внутренней энергии.• Изобарно: часть тепла расходуется на $p dV$.• Газовая постоянная R связывает разницу. |
| 4 | <ul style="list-style-type: none">• Теплопроводность через металлическую стенку трубы.• Конвекция газ/стенка и вода/стенка.• Излучение от факела на трубы экрана. |
| 5 | <ul style="list-style-type: none">• Нет внешнего перемещения границы $\Rightarrow W = 0$.• Энтропия возрастает за счёт турбулентного трения.• Потерянная эксергия превращается в повышение объёмной компоненты влаги. |
| 6 | <ul style="list-style-type: none">• Формула Карно: $\eta \approx 1 - T_{\text{к}}/T_{\text{г}}$.• Увеличивается удельная работа турбины.• Ограничение: риск подсоса воздуха, большая площадь конденсатора. |
| 7 | <ul style="list-style-type: none">• Нет газовой конвекции из-за низкого давления.• Тонкий стеклянный промежуток снижает теплопроводность.• Поэтому q_{rad} определяет теплотери. |
| 8 | <ul style="list-style-type: none">• Эффективная теплопроводность > 10000 Вт/мК.• Позволяет вынести тепло к удалённым ребрам.• Воздушный радиатор ограничен $\lambda_{\text{Al}} \approx 235$ Вт/мК. |
| 9 | <ul style="list-style-type: none">• Настройка горелки уменьшит температуру уходящих газов.• Экономайзер подогреет обратную воду, снижая расход топлива.• Итоговый рост КПД $\approx 3-5$ %. |
| 10 | <ul style="list-style-type: none">• Характеризует усиление теплопереноса при движении среды.• Используется в корреляциях для расчёта α. |
| 11 | <ul style="list-style-type: none">• Предел 2300 — эмпирический для круглых труб.• Турбулентность увеличивает сопротивление и теплоотдачу. |
| 12 | <ul style="list-style-type: none">• Потери на трение, теплоутечку, конечные ΔT.• Избыточный воздух, неполное сгорание. |

| | |
|----|---|
| 13 | <ul style="list-style-type: none"> • Кислые: SiO_2-богатые (диас). • Основные: MgO, CaO (магнезит). • Нейтральные: Al_2O_3, Cr_2O_3 (шамот, корунд). |
| 14 | <ul style="list-style-type: none"> • $r_{\text{пар}} \approx 2,26 \text{ МДж/кг}$ при 100°C. • Чем выше w, тем больше скрытых потерь. • Энергия уходит с дымовыми газами. |
| 15 | <ul style="list-style-type: none"> • Закон Фурье для стационарной проводности. • Удвоение δ удваивает тепловое сопротивление. |
| 16 | <ul style="list-style-type: none"> • Кварцевый или корундовый защитный чехол предотвращает коррозию. • Сигнал ЭДС легко выводится через гермопроходку. • RTD не выдержит T, оптика мутнеет. |

Закрытые задания с выбором одного правильного ответа и обоснованием выбора

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 5 мин.

Задание 1: Какое из перечисленных свойств является интенсивным?

Варианты ответа:

А) V – объём системы

Б) m – масса системы

В) ρ – плотность вещества

Г) U – внутренняя энергия системы

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 6 мин.

Задание 2: Какое из уравнений корректно записывает уравнение состояния идеального газа через удельную газовую постоянную R ?

Варианты ответа:

А) $p = \rho RT$

Б) $p = RT/\rho$

В) $pV = \text{const}$

Г) $p = R\rho T$

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 5 мин.

Задание 3: В каком из перечисленных квазистатических процессов работа газа равна нулю?

Варианты ответа:

А) Изобарический

Б) Изотермический

В) Изохорический

Г) Адиабатический

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 6 мин.

Задание 4: Как выражается идеальный термический КПД цикла Карно через температуры горячего и холодного источников $T_{\text{г}}$ и $T_{\text{х}}$ (в К)?

Варианты ответа:

А) $\eta = 1 - T_{\text{х}}/T_{\text{г}}$

Б) $\eta = T_{\text{х}}/T_{\text{г}}$

В) $\eta = T_{\text{г}}/T_{\text{х}} - 1$

Г) $\eta = 1 - T_{\text{г}}/T_{\text{х}}$

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 5 мин.

Задание 5: Какова форма температурного профиля при установившейся одномерной теплопроводности в плоской стенке без теплогенерации?

Варианты ответа:

А) Линейная

Б) Параболическая

В) Логарифмическая

Г) Экспоненциальная

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 6 мин.

Задание 6: Каково численное значение числа Нуссельта при ламинарном течении в круглой трубе при постоянной температуре стенки (классическое решение Граеца)?

Варианты ответа:

А) $Nu = 3,66$

Б) $Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$

В) $Nu = 4,36$

Г) $Nu = 0,664 Re^{0,5} Pr^{1/3}$

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 5 мин.

Задание 7: При прочих равных условиях коэффициент теплоотдачи при вынужденной конвекции возрастает главным образом с:

Варианты ответа:

А) Уменьшением числа Рейнольдса

Б) Увеличением числа Рейнольдса

В) Снижением теплопроводности жидкости

Г) Увеличением кинематической вязкости

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 6 мин.

Задание 8: Какой закон определяет суммарную поверхностную плотность теплового излучения абсолютно чёрного тела?

Варианты ответа:

А) Закон Стефана Больцмана

Б) Закон Кири-Чилтона

В) Закон Кирхгофа

Г) Закон Вина смещения

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 5 мин.

Задание 9: Каково основное назначение экономайзера в составе водогрейного или парового котла?

Варианты ответа:

А) Подогрев питательной воды за счёт уходящих газов

Б) Суперподогрев насыщенного пара

В) Очистка дымовых газов от твёрдых частиц

Г) Стабилизация давления пара в барабане

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 5 мин.

Задание 10 Какой из перечисленных приборов наиболее типичен для учёта массового расхода природного газа на котельной?

Варианты ответа:

А) Диафрагменный (орфис) расходомер с дифференциальным манометром

Б) Термопара

В) Ртутный барометр

Г) Вентури скруббер

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 5 мин.

Задание 11 Если коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,20$, это означает, что реально подано:

Варианты ответа:

А) На 20 % больше воздуха, чем стехиометрически необходимо

Б) На 80 % меньше воздуха, чем требуется

В) На 120 % больше воздуха

Г) На 20 % меньше стехиометрического количества

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 5 мин.

Задание 12: Какой вредный компонент образуется преимущественно при высоких температурах горения и избытке воздуха?

Варианты ответа:

А) Оксиды азота (NO_x)

Б) Двуокись серы (SO_2)

В) Окись углерода (CO)

Г) Сажа (C)

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 6 мин.

Задание 13: Какой график лучше всего подходит для визуализации корреляции между двумя непрерывными переменными?

Варианты ответа:

- А) Гистограмма
- Б) Диаграмма рассеяния (scatter plot)
- В) Круговая диаграмма
- Г) Коробчатый график (box plot)

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 6 мин.

Задание 14: При каком условии применяется критерий Стьюдента (t тест) для сравнения средних двух выборок?

Варианты ответа:

- А) Обе выборки большие ($n > 30$), дисперсия известна
- Б) Выборки малые, дисперсия генеральной совокупности неизвестна, распределение нормальное
- В) Данные категориальные
- Г) Корреляция между выборками неизвестна

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 6 мин.

Задание 15: Если отдельные компоненты неопределённости независимы, то объединённая стандартная неопределённость вычисляется как:

Варианты ответа:

- А) Арифметическая сумма компонент
- Б) Корень квадратный из суммы квадратов компонент
- В) Произведение компонент
- Г) Среднее геометрическое компонент

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2**Время на ответ: 6 мин.**

Задание 16: Соблюдение числа Куранта $Co \leq 1$ в явных схемах расчёта нестационарных течений гарантирует:

Варианты ответа:

А) Устойчивость численной схемы

Б) Массо энергетическую сходимость

В) Сохранение энергии в системе

Г) Независимость результата от сеточного шага

Ответ:**Обоснование****Ключи к заданиям**

| Номер вопроса | Ответ | Ответ (развернутое обоснование) |
|---------------|-------|--|
| 1 | В | <ul style="list-style-type: none">• Плотность (ρ) характеризует состояние в каждой точке и одинакова для любой части однородной системы.• Объём, масса и внутренняя энергия являются экстенсивными — пропорциональны количеству вещества. |
| 2 | А | <ul style="list-style-type: none">• Вывод исходит из классической формы $pV = mRT$ и замены m/V на ρ.• Остальные варианты нарушают размерность или физический смысл. |
| 3 | В | <ul style="list-style-type: none">• Изохорический процесс проходит без изменения объёма, следовательно $dV = 0$.• В остальных процессах объём изменяется, и работа отлична от нуля. |
| 4 | А | <ul style="list-style-type: none">• Вывод основан на том, что цикл Карно обращает всю подведённую энтропию в работу за счёт температурного перепада.• Правильное выражение демонстрирует максимальный теоретически достижимый КПД. |
| 5 | А | <ul style="list-style-type: none">• Уравнение $d^2T/dx^2 = 0$ интегрируется дважды, давая линейную зависимость.• Другие формы возникают лишь при радиальной геометрии или наличии теплогенерации. |
| 6 | А | <ul style="list-style-type: none">• Значение 3,66 выводится из аналитического решения энергии при $Re < 2300$.• Остальные корреляции относятся к турбулентному режиму либо к постоянному тепловому потоку. |
| 7 | Б | <ul style="list-style-type: none">• Рост Re означает более мощные инерционные вихри.• Они разрушат термический пограничный слой, увеличив Nu и тепловой поток. |

| | | |
|----|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Напротив, малое Re (ламинир) понижает α. |
| 8 | A | <ul style="list-style-type: none"> • Является фундаментальным соотношением между температурой и излучением. • Остальные законы описывают спектральные свойства или коэффициенты. |
| 9 | A | <ul style="list-style-type: none"> • Повышая температуру воды перед барабаном, он снижает топливный расход. • Остальные функции выполняют другие элементы котла. |
| 10 | A | <ul style="list-style-type: none"> • Орфис-пластина проста и стандартизирована для газовых трубопроводов. • Термопара измеряет температуру, барометр — давление, скруббер — очистка. |
| 11 | A | <ul style="list-style-type: none"> • $\alpha = 1,20 \rightarrow L_{\text{реал}} = 1,2 L_{\text{стех}}$. • Излишек воздуха уменьшает CO, но увеличивает тепловые потери. |
| 12 | A | <ul style="list-style-type: none"> • SO_2 зависит от серы в топливе. • CO и сажа возникают при нехватке воздуха. • NO_x растёт с температурой и избытком O_2. |
| 13 | Б | <ul style="list-style-type: none"> • Scatter — основной инструмент обнаружения линейной/нелинейной зависимости. • Гистограмма — распределение одной переменной, pie — состав, box — медиана и квантили. |
| 14 | Б | <ul style="list-style-type: none"> • При больших n используется z-критерий. • Категориальные данные требуют χ^2 или точного теста Фишера. |
| 15 | Б | <ul style="list-style-type: none"> • $u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots}$ • Суммирование без корня завышает результат; произведение — не применимо. |
| 16 | A | <ul style="list-style-type: none"> • Связывает скорость распространения возмущений с размером ячейки и Δt. • При $Co > 1$ информация «перепрыгивает» через ячейки, вызывая численную неустойчивость. |

Закрытые задания с выбором нескольких вариантов ответа и развернутым обоснованием выбора

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст, выберите все правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 7 мин.

Задание 1: Какие из следующих квазистатических процессов являются обратимыми в идеализированном представлении?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Изотермическое расширение идеального газа при $T = \text{const}$
- Б) Равновесное адиабатическое сжатие газа ($p \cdot V^\kappa = \text{const}$)

- В) Дросселирование газа через пористую пробку
- Г) Теплопроводность через ненулевой конечный ΔT

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 7 мин.

Задание 2: Какие из перечисленных величин относятся к ФУНКЦИЯМ СОСТОЯНИЯ?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Энтропия системы S
- Б) Количество теплоты Q
- В) Внутренняя энергия U
- Г) Работа W

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 7 мин.

Задание 3: Какие допущения лежат в основе МОДЕЛИ идеального газа?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Межмолекулярные силы пренебрежимо малы
- Б) Собственный объём молекул равен нулю
- В) Внутренняя энергия зависит только от температуры
- Г) Давление стремится к нулю

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 7 мин.

Задание 4: Какие мероприятия позволяют ПОВЫСИТЬ термический КПД парогазовой установки?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Повышение максимальной температуры цикла

- Б) Снижение давления в конденсаторе
- В) Дросселирование пара вместо расширения в турбине
- Г) Установка регенеративных подогревателей питательной воды

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 8 мин.

Задание 5: Какие из перечисленных датчиков позволяют ПРЯМО измерить температуру?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Термоэлектрическая термопара
- Б) Манометр Бурдона
- В) Сопротивительный термометр (RTD)
- Г) Анемометрическая трубка

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 8 мин.

Задание 6: Повышение какого(-их) из перечисленных параметров ПРИ ПРОЧИХ РАВНЫХ увеличит коэффициент теплоотдачи при вынужденной конвекции жидкости внутри трубы?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Число Рейнольдса
- Б) Вязкость жидкости
- В) Теплопроводность жидкости
- Г) Толщина гидродинамического пограничного слоя

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 8 мин.

Задание 7: Какие безразмерные критерии входят в обобщённую корреляцию $Nu = C Re^m Pr^n$ для ТУРБУЛЕНТНОГО внешнего обтекания цилиндра воздухом?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Число Прандтля
- Б) Число Грасгофа
- В) Число Рейнольдса

Г) Число Струхалия

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 8 мин.

Задание 8: У каких материалов теплопроводность при 20 °С превышает 200 Вт/(м·К)?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Алюминий
- Б) Нержавеющая сталь
- В) Медь
- Г) Керамика Al_2O_3

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 8 мин.

Задание 9: Какие мероприятия снижают образование ТЕРМИЧЕСКИХ оксидов азота (NO_x) в пламени газовых горелок?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Рециркуляция дымовых газов во фронт пламени
- Б) Повышение температуры воздуха дутьё выше 450 °С
- В) Распределённое ступенчатое подведение воздуха (staged combustion)
- Г) Установка скруббера с известковым молоком

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 8 мин.

Задание 10: Какие из перечисленных печей относятся к НЕПРЕРЫВНО действующим?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Вагранка
- Б) Колпаковая отжиговая печь
- В) Ленточная конвейерная печь
- Г) Печь шахтного типа с подвижной решёткой

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 7 мин.

Задание 11: Какие виды топлива классифицируются как ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Древесные пеллеты
- Б) Природный газ
- В) Биогаз, полученный из отходов
- Г) Торф

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 7 мин.

Задание 12: Какие теплоизоляционные материалы пригодны для длительной работы при $T > 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Пеностекло
- Б) Керамическое волокно (шамотное)
- В) Минеральная вата базальтовая
- Г) Силикат кальция (CaSi) плиты

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.1

Время на ответ: 7 мин.

Задание 13: Какие статистические критерии ПРЕДПОЛАГАЮТ нормальное распределение данных?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Параметрический t-тест Стьюдента
- Б) U-критерий Манна-Уитни
- В) ANOVA (дисперсионный анализ)
- Г) χ^2 -критерий согласия

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 8 мин.

Задание 14: Какие погрешности относятся к СЛУЧАЙНЫМ?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Дрейф нуля датчика
- Б) Колебания показаний из-за турбулентных пульсаций
- В) Ошибки округления при записи
- Г) Отсутствие калибровки прибора

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.3

Время на ответ: 7 мин.

Задание 15: Какие действия входят в ПРОЦЕДУРУ верификации CFD-модели теплового аппарата?

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Сравнение расчёта с аналитическим решением эталонного случая
- Б) Согласование результатов с данными эксперимента
- В) Анализ устойчивости сеточно-темпоральной сходимости
- Г) Оптимизация геометрии аппарата

Ответ:

Обоснование:

Индикатор: ОПК-1.2

Время на ответ: 7 мин.

Задание 16: При выборе метода регрессии для обработки экспериментальных теплотехнических данных важно, чтобы:

☒ Выберите все верные ответы:

- А) Остатки регрессии были нормально распределены
- Б) Множественная коллинеарность независимых переменных была высокой
- В) Дисперсия остатков была гомоскедастичной
- Г) Критерий AIC использовался для сравнения моделей

Ответ:

Обоснование:

Ключи к заданиям

| Номер вопроса | Ответ | Ответ (развернутое обоснование) |
|---------------|---------|--|
| 1 | А, Б | <ul style="list-style-type: none"> • Изотермическое расширение (А) при бесконечно малых Δp и теплопередаче от резервуара обратимо. • Адиабатическое сжатие по Пуассону (Б) без трения и теплообмена также обратимо. • Дросселирование (В) необратимо из-за внутреннего трения. • Теплопроводность при конечной разнице температур (Г) всегда сопровождается ростом энтропии. |
| 2 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • S (А) и U (В) задаются точкой на диаграмме состояния. • Q и W (пути-функции) зависят от траектории процесса. |
| 3 | А, Б, В | <ul style="list-style-type: none"> • А) и Б) обеспечивают $pV = mRT$. • В) вытекает из кинетической теории (перенебрежение потенциальной энергией). • Г) не является предпосылкой; p может быть конечным. |
| 4 | А, Б, Г | <ul style="list-style-type: none"> • А) Hot-end увеличивает η по Карно. • Б) Low condenser p увеличивает ΔT источников. • Г) Регенерация поднимает T подведения, сокращая потребл. топлива. • В) Дросселирование снижает полезную работу и КПД. |
| 5 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • Манометр измеряет давление, требует EOS для T. • Анемометр трубка — скорость потока. |
| 6 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • Большое $Re \rightarrow$ турбулентность \rightarrow выше Nu. • Высокая λ напрямую увеличивает α ($Nu = \alpha L / \lambda$). • Вязкость (μ) в Re в знаменателе, её рост снижает α. • Толстый пограничный слой снижает градиент T. |
| 7 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • Gr характеризует естественную конвекцию. • Str применим к колебательным потокам. |
| 8 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • Нерж. сталь ~ 15 Вт/мК. • Оксид алюминия ~ 30 Вт/мК. |
| 9 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • Рециркуляция (А) охлаждает пламя и разбавляет O_2. • Ступенчатое горение (В) уменьшает зоны с $T > 1500$ °С. • Перегрев воздуха (Б) наоборот повышает T. • Скруббер (Г) удаляет SO_2, не NO_x. |
| 10 | А, В, Г | <ul style="list-style-type: none"> • Вагранка (А) — непрерывно шихта сверху, чугун снизу. • Конвейерная лента (В) — сквозной поток изделий. • Шахтная с решёткой (Г) — движущийся слой. • Колпаковая (Б) — периодического действия. |
| 11 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • Пеллеты (А) и биогаз (В) формируются из биомассы. • Природный газ (Б) и торф (Г) — ископаемые ресурсы. |
| 12 | Б | <ul style="list-style-type: none"> • Пеностекло и $CaSi$ разрушаются выше 800 °С. • Минвата теряет связку при 750–850 °С. |
| 13 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • t-тест и ANOVA — параметрические. • U-тест и χ^2 — непараметрические, к распределению менее чувствительны. |
| 14 | Б, В | <ul style="list-style-type: none"> • Турбулентные пульсации (Б) и дискретизация (В) — случайны. • Дрейф нуля (А) и некалиброванность (Г) — систематические. |

| | | |
|----|---------|--|
| 15 | А, В | <ul style="list-style-type: none"> • Проверка на эталоне (А) и сеточная сходимость (В) — ядро верификации. • Сравнение с экспериментом (Б) — валидация. • Оптимизация (Г) — прикладной этап. |
| 16 | А, В, Г | <ul style="list-style-type: none"> • Normal residuals (А) позволяют применять t-test для коэффициентов. • Homo-skedastic (В) обеспечивает устойчивость оценок. • АIC (Г) позволяет выбрать наилучшую модель. • Высокая коллинеарность (Б) ухудшает точность. |