

Документ подписан при помощи ЭЦП
Информация о владельце:
ФИО: Кузнецова Эмилия Васильевна
Должность: Исполнительный директор
Дата подписания: 19.06.2025 11:28:39
Уникальный программный ключ:
01e176f1d70ae109e92d86b7d8f35ec82b0b87d6

**НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ БИЗНЕСА И УПРАВЛЕНИЯ»**

Рассмотрено и одобрено
на заседании Учёного совета

Протокол № 25/6
от 21.04.2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-воспитательной
работе и качеству образования



Ю.Н. Паничкин

(подпись)

21» апреля 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**
Год начала подготовки: **2025**

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

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 (U) для кожухотрубного теплообменника.

Варианты ответа:

А) Определить коэффициенты теплоотдачи (α_i, α_o) по соответствующим корреляциям

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

В) Учесть сопротивления загрязнений $(R_{fouling,i}, R_{fouling,o})$

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

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 $(T(x,t) = X(x) \cdot \Theta(t))$

Б) Подставить в уравнение теплопроводности и разделить переменные

В) Решить ОДУ для $(X(x))$ и $(\Theta(t))$ 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	• h используется для энергетических балансов открытых систем. • Вводится дифференциал $dh = du + p dv + v dp$.
2	• 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	• Изохорно: Q идёт только на рост внутренней энергии. • Изобарно: часть тепла расходуется на $p dV$. • Газовая постоянная R связывает разницу.
4	• Теплопроводность через металлическую стенку трубы. • Конвекция газ/стенка и вода/стенка. • Излучение от факела на трубы экрана.
5	• Нет внешнего перемещения границы $\Rightarrow W = 0$. • Энтропия возрастает за счёт турбулентного трения. • Потерянная эксергия превращается в повышение объёмной компоненты влаги.
6	• Формула Карно: $\eta \approx 1 - T_{\text{к}}/T_{\text{г}}$. • Увеличивается удельная работа турбины. • Ограничение: риск подсоса воздуха, большая площадь конденсатора.
7	• Нет газовой конвекции из-за низкого давления. • Тонкий стеклянный промежуток снижает теплопроводность. • Поэтому q_{rad} определяет теплототери.
8	• Эффективная теплопроводность > 10000 Вт/мК. • Позволяет вынести тепло к удалённым ребрам. • Воздушный радиатор ограничен $\lambda_{\text{Al}} \approx 235$ Вт/мК.
9	• Настройка горелки уменьшит температуру уходящих газов. • Экономайзер подогреет обратную воду, снижая расход топлива. • Итоговый рост КПД $\approx 3-5$ %.
10	• Характеризует усиление теплопереноса при движении среды. • Используется в корреляциях для расчёта α.
11	• Предел 2300 — эмпирический для круглых труб. • Турбулентность увеличивает сопротивление и теплоотдачу.
12	• Потери на трение, теплоутечку, конечные ΔT. • Избыточный воздух, неполное сгорание.

13	• Кислые: SiO_2-богатые (диас). • Основные: MgO, CaO (магнезит). • Нейтральные: Al_2O_3, Cr_2O_3 (шамот, корунд).
14	• $r_{\text{пар}} \approx 2,26 \text{ МДж/кг}$ при 100°C. • Чем выше w, тем больше скрытых потерь. • Энергия уходит с дымовыми газами.
15	• Закон Фурье для стационарной проводности. • Удвоение δ удваивает тепловое сопротивление.
16	• 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	• 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	• Вывод исходит из классической формы $pV = mRT$ и замены m/V на ρ. • Остальные варианты нарушают размерность или физический смысл.
3	В	• Изохорический процесс проходит без изменения объёма, следовательно $dV = 0$. • В остальных процессах объём изменяется, и работа отлична от нуля.
4	А	• 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	• Уравнение $d^2T/dx^2 = 0$ интегрируется дважды, давая линейную зависимость. • Другие формы возникают лишь при радиальной геометрии или наличии теплогенерации.
6	А	• Значение 3,66 выводится из аналитического решения энергии при $Re < 2300$. • Остальные корреляции относятся к турбулентному режиму либо к постоянному тепловому потоку.
7	Б	• Рост Re означает более мощные инерционные вихри. • Они разрушат термический пограничный слой, увеличив Nu и тепловой поток.

		• Напротив, малое Re (ламинир) понижает α.
8	A	• Является фундаментальным соотношением между температурой и излучением. • Остальные законы описывают спектральные свойства или коэффициенты.
9	A	• Повышая температуру воды перед барабаном, он снижает топливный расход. • Остальные функции выполняют другие элементы котла.
10	A	• Орфис-пластина проста и стандартизирована для газовых трубопроводов. • Термопара измеряет температуру, барометр — давление, скруббер — очистка.
11	A	• $\alpha = 1,20 \rightarrow L_{\text{реал}} = 1,2 L_{\text{стех}}$. • Излишек воздуха уменьшает CO, но увеличивает тепловые потери.
12	A	• 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	• Scatter — основной инструмент обнаружения линейной/нелинейной зависимости. • Гистограмма — распределение одной переменной, pie — состав, box — медиана и квантили.
14	Б	• При больших n используется z-критерий. • Категориальные данные требуют χ^2 или точного теста Фишера.
15	Б	• $u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots}$ • Суммирование без корня завышает результат; произведение — не применимо.
16	A	• 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) Анеометрическая 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	• 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	• S (А) и U (В) задаются точкой на диаграмме состояния. • Q и W (пути-функции) зависят от траектории процесса.
3	А, Б, В	• 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	• 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	• Манометр измеряет давление, требует EOS для T. • Анемометр трубка — скорость потока.
6	А, В	• 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	• Gr характеризует естественную конвекцию. • Str применим к колебательным потокам.
8	А, В	• Нерж. сталь ~ 15 Вт/мК. • Оксид алюминия ~ 30 Вт/мК.
9	А, В	• 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	• 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	• Пеллеты (А) и биогаз (В) формируются из биомассы. • Природный газ (Б) и торф (Г) — ископаемые ресурсы.
12	Б	• Пеностекло и $CaSi$ разрушаются выше 800 °С. • Минвата теряет связку при 750–850 °С.
13	А, В	• t-тест и ANOVA — параметрические. • U-тест и χ^2 — непараметрические, к распределению менее чувствительны.
14	Б, В	• Турбулентные пульсации (Б) и дискретизация (В) — случайны. • Дрейф нуля (А) и некалиброванность (Г) — систематические.

15	А, В	• Проверка на эталоне (А) и сеточная сходимость (В) — ядро верификации. • Сравнение с экспериментом (Б) — валидация. • Оптимизация (Г) — прикладной этап.
16	А, В, Г	• 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.