

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электротехника и теплоэнергетика»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

дисциплины

Б1.0.28 «ТЕПЛОТЕХНИКА»

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

по специализациям

«Грузовые вагоны»,

«Пассажирские вагоны»,

«Технология производства и ремонта подвижного состава»,

«Локомотивы»,

«Электрический транспорт железных дорог»,

«Высокоскоростной наземный транспорт»

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Оценочные материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры
«Электротехника и теплоэнергетика»
Протокол № № 4 от 05 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электротехника и теплоэнергетика»
05 декабря 2024 г.

К.К. Ким

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

Ю.П. Бороненко

Руководитель ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

Ю.П. Бороненко

Руководитель ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

Ю.П. Бороненко

Руководитель ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

А.М. Евстафьев

Руководитель ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

А.М. Евстафьев

Руководитель ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

Д.Н. Курилкин

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы, приведены в п. 2 рабочей программы.

2. Задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Перечень материалов, необходимых для оценки индикатора достижения компетенций, приведен в таблицах 2.1 и 2.2.

Т а б л и ц а 2.1

Для очной формы обучения			
Индикаторы достижения компетенций		Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.</i>			
<i>ОПК-1.2.1 Умеет применять методы естественных наук при решении инженерных задач в профессиональной деятельности</i>		<i>Обучающийся умеет: - применять методы естественных наук при решении инженерных задач в профессиональной деятельности</i>	Вопросы к зачету; Лабораторные работы № 1-7.

Т а б л и ц а 2.2

Для заочной формы обучения			
Индикаторы достижения компетенций		Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирование.</i>			
<i>ОПК-1.2.1 Умеет применять методы естественных наук при решении инженерных задач в профессиональной деятельности</i>		<i>Обучающийся умеет: - применять методы естественных наук при решении инженерных задач в профессиональной деятельности</i>	Вопросы к зачету; Лабораторные работы № 1,2; Контрольная работа

Материалы для текущего контроля

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен выполнить следующие задания:

Перечень лабораторных работ (очная форма обучения)

Лабораторная работа 1. Определение удельной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении.

- Лабораторная работа 2.** Определение показателя адиабаты воздуха.
- Лабораторная работа 3.** Определение параметров влажного воздуха.
- Лабораторная работа 4.** Проверка температурной шкалы Кельвина.
- Лабораторная работа 5.** Определение коэффициента теплопроводности твёрдых тел методом цилиндрического слоя.
- Лабораторная работа 6.** Определение теплопроводности сыпучих тел методом шара.
- Лабораторная работа 7.** Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции воздуха..

Перечень лабораторных работ (заочная форма обучения)

- Лабораторная работа 5.** Определение коэффициента теплопроводности твёрдых тел методом цилиндрического слоя.
- Лабораторная работа 7.** Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции воздуха.

С содержанием лабораторных работ можно ознакомиться в учебно-методической литературе, приведенной в рабочей программе дисциплины (см. [12,13]).

Перечень контрольных работ (заочная форма обучения)

1. «Техническая термодинамика».

1. По полученному заданию заполнить таблицу с исходными данными для расчета.
2. Осуществить расчет задачи из раздела «Техническая термодинамика».

2. «Основы теплопередачи».

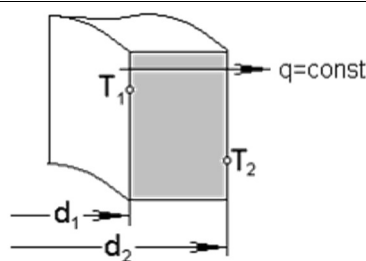
1. По полученному заданию заполнить таблицу с исходными данными для расчета.
2. Осуществить расчет задачи из раздела «Основы теплопередачи».

С содержанием контрольных работ можно ознакомиться в учебно-методической литературе, приведенной в рабочей программе дисциплины (см. [7,8]).

Тестовые задания

Тестовые задания

1. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении коэффициента излучения тела в $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К}^4)$, если излучательная способность серого тела $E = 5000 \text{ Вт}/\text{м}^2$,
2. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении максимального коэффициента полезного действия, если известны: температура парогенератора на теплоэлектростанции, использующей перегретый пар, равна 600°С ($T_1=873 \text{ К}$). В холодильник подается речная вода при $t=20^\circ \text{С}$ ($T_2=293 \text{ К}$). Введите ответ в %.
3. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении удельного объема в точке 1, показанной на рисунке, в процессе 1 – 2, если $T_1 = 500 \text{ К}$, $T_2 = 50 \text{ К}$, $v_2 = 1 \text{ м}^3/\text{кг}$.
4. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении теплового потока Q , если известны: длина трубы равна 1 м, $\ln \frac{d_2}{d_1} = 2$, $\lambda = 50 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, $\Delta T = 20 \text{ К}$.



5. **Продemonстрируйте умение решать** инженерные задачи при определении изменения энтропии, приходящееся на 1 кг газа, если газ очень медленно выходит из сосуда известны:

$m=1$ кг; $p_1=2,026 \cdot 10^7$ Па; $\mu=4$ кг/к·моль – для гелия; $t_1=20^\circ\text{C}$ ($T_1=293\text{K}$); $R=8,3 \cdot 10^3$ Дж/к·моль·К

Введите ответ в $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$.

6. **Продemonстрируйте умение решать** инженерные задачи при определении теплообмена излучением между стенками сосуда Дьюара, внутри которого хранится жидкий кислород, если известны: температура на внутренней поверхности наружной стенки $t_1 = 27^\circ\text{C}$, а на наружной поверхности внутренней стенки сосуда температура $t_2 = -183^\circ\text{C}$; степень черноты сосуда покрытого слоем серебра $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,02$; площади поверхностей стенок $S_1 \approx S_2 \approx 0,1$ м.

Введите ответ в Вт.

7. **Продemonстрируйте умение решать** инженерные задачи при определении потока излучением $\Phi_{\text{л}}$ от стенки площадью поверхности $S = 4$ м, если её степень черноты $\varepsilon = 0,92$, а температура $t_{\text{ст}} = 1200^\circ\text{C}$.

Введите ответ в кВт.

8. **Продemonстрируйте умение решать** инженерные задачи при определении излучательности стенки с коэффициентом излучения $C = 4,53$ Вт/(м · К), степень черноты стен и их длину волны, соответствующей максимальному излучению.

Известны:

температура излучающей поверхности стенки $t_{\text{ст}} = 1027^\circ\text{C}$; площадь поверхности излучающей стенки $S = 1$ м².

Введите ответы в Вт/м; мкм.

9. **Продemonстрируйте умение решать** инженерные задачи при определении среднего коэффициента теплоотдачи при конденсации водяного пара атмосферного давления на поверхности горизонтальной трубы

с наружным диаметром $d = 16$ мм, если температура поверхности стенки трубы $t = 80^\circ\text{C}$. Значение поправок: $A = 12,2 \cdot 10^{-3}$ А и $\varepsilon = 0,967$

(при $\Delta t = t_{\text{с}} - t_{\text{сн}} = 100 - 80 = 20^\circ\text{C}$)

Введите ответ в Вт/(м² · К)

10. **Продemonстрируйте умение решать** инженерные задачи при определении коэффициента теплоотдачи α и плотности теплового потока q , если известно, что гладкая плита шириной $b = 1$ м и длиной $l = 1,2$ м обдувается сухим воздухом со скоростью $w = 6$ м/с, температура стенки $t_{\text{ст}} = 80^\circ\text{C}$, средняя температура жидкости $t_{\text{ж}} = 20^\circ\text{C}$, линейный размер $l = l = 1,2$ м.

Введите ответы в Вт и Вт/м².

11. **Продemonстрируйте умение решать** инженерные задачи при определении коэффициента теплоотдачи в поперечном потоке воздуха для отдельно взятой трубы, если известны: $d = 20$ мм, при $t_{\text{ж}} = 30^\circ\text{C}$, скорость воздуха $w_0 = 5$ м/с, $\lambda_{\text{ж}} = 26,7 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К), кинематическая вязкость жидкости $\nu_{\text{ж}} = 16 \text{ мм}^2/\text{с} = 16 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Введите ответ в Вт/(м²·К).

12. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении эквивалентной теплопроводности $\lambda_{\text{экв}}$ плоской стенки, состоящей из трех слоев изоляции: внутреннего [$\delta_1 = 10$ мм, $\lambda_1 = 0,28$ Вт/(м·К)], основного из диатомитового кирпича [$\delta_2 = 60$ мм, $\lambda_2 = 0,14$ Вт/(м·К)] и наружного штукатурного [$\delta_3 = 5$ мм, $\lambda_3 = 1,16$ Вт/(м·К)]. Введите ответ в Вт/(м·К).
13. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении наружной температуры кирпичной кладки трубчатой печи, если ее площадь $S = 140$ м, тепловой поток $Q = 120$ кВт, температура огнеупорной кладки со стороны топki $t' = 1020$ С. Кирпичная кладка состоит из двух слоев: слоя огнеупорного кирпича [$\delta_1 = 250$ мм, $\lambda_1 = 0,34$ Вт/(м·К)] и слоя красного кирпича [$\delta_2 = 250$ мм, $\lambda = 0,68$ Вт/(м·К)]. Введите ответ в °С.
14. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении коэффициента теплоотдачи и температурного напора при пузырьковом кипении воды и давлении 1 МПа, если плотность теплового потока $q = 1,5$ МВт/м². Введите ответ в °С.
15. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении теплового потока и массового расхода конденсата, выпадающего на поверхности трубы длиной 1 м. Введите ответы в кВт; кг/с.
16. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении массы воздуха в пусковом баллоне дизеля вместимостью 0,3 м, содержащем воздух, плотность которого 2,86 кг/м³. Введите ответ в кг.
17. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении абсолютного давления пара в котле, если известно: манометр показывает $p_u = 1,35$ бар, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет $p_0 = 680$ мм рт. ст. при $t = 25^\circ\text{C}$. Введите ответ в МПа.
18. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении объема паросборника, если в нем находится водяной пар в количестве 300 кг, удельный объем пара $v = 20,2$ см³/г. Введите ответ в м³.
19. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении массы газа в резервуаре с углекислым газом и его вес, если избыточное давление газа 40 кПа, сосуд вместимостью 4 м³, температура 80°С, а барометрическое давление 102,4 кПа. Введите ответ в Н.
20. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении конечной температуры азота, если начальное состояние газа задано параметрами: $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $v_1 = 1,9$ м³/кг. Азот нагревается при постоянном давлении, при этом объем азота увеличивается до 5,7 м³/кг. Введите ответ в °С.
21. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении температуры, до которой возможно нагревание азота, если известно: абсолютное давление азота при комнатной температуре ($t = 20^\circ\text{C}$) $p = 2,2$ МПа. Азот нагревают в сосуде, причем известно, что предельное избыточное давление, при котором возможна безопасная работа, $p_{\text{изб}} = 6$ МПа. Барометрическое давление $p_0 = 1000$ гПа. Введите ответ в °С.

22. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении массы подаваемого компрессором кислорода. Компрессор подает кислород в резервную емкость объемом 3 м^3. Избыточное давление в резервуаре увеличивается при этом от 0,01 до 0,6 МПа, а температура – от 15 до 30°C. Барометрическое давление $p_0 = 993 \text{ кПа}$. Введите ответ в кг.
23. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении средней удельной массовой теплоёмкости кислорода при постоянном давлении при повышении его температуры от 600 до 2000°C. Введите ответ в $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.
24. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении подведённой теплоты Q. Воздух, содержащийся в баллоне вместимостью $12,5 \text{ м}^3$ при температуре 20°C и абсолютном давлении 1 МПа, подогревается до температуры 180°C. $R = 287,1 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ – удельная газовая постоянная воздуха. Введите ответ в МДж
25. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении количества теплоты, сообщенного воздуху в единицу времени, если расход его составляет 250 кг/ч. В регенеративном подогревателе газовой турбины воздух нагревается при постоянном давлении от $t_1 = 130^\circ\text{C}$ до $t_2 = 500^\circ\text{C}$. Введите ответ в кВт.
26. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении количества килограммов свинца, которое можно нагреть от температуры 15°C до температуры плавления $t_{пл} = 327^\circ\text{C}$ посредством удара молота массой 200 кг при падении его с высоты 2 м. Вся энергия падения молота превращается в теплоту, которая целиком поглощается свинцом. Теплоемкость свинца $c_p = 125,6 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Введите ответ в кг.
27. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении температуры воздуха в результате подвода к баллону 16 кДж теплоты. В баллоне вместимостью 15 л содержится воздух под давлением 0,4 МПа и при температуре 30°C. Удельная изохорная теплоёмкость воздуха c_v равна $736 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Газовая постоянная воздуха $R = 287,1 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Введите ответ в $^\circ\text{C}$.
28. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении конечного объема азота, совершенной им работы, если азот массой 0,5 кг расширяется по изобаре при давлении 0,3 МПа так, что температура его повышается от 100 до 300°C. Удельная газовая постоянная азота равна $R = 296,8 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Введите ответы в м^3 и кДж.
29. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении параметров газа в конце процесса (v_2, T_2) и количества подведенной теплоты. В закрытом сосуде, объемом 6 м^3, находится водород при давлении $p_1 = 0,2 \text{ МПа}$ и температуре $t_1 = 37^\circ\text{C}$. Газ нагревается, пока давление не станет равным 0,9 МПа. Введите ответы в $\text{м}^3/\text{кг}$, К и кДж.
30. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении термического КПД цикла, если при совершении некоторого обратимого цикла в тепловом двигателе к рабочему телу подводится теплота в количестве 420 МДж; при этом двигатель совершает работу 196 МДж. Введите ответ в %.

31. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении энтропии 100 кг алюминия при 300 °С, считая, что его энтропия при 0 °С равна нулю. Средняя теплоёмкость алюминия c_p в интервале температур от 0 до 300 °С равна 0,955 кДж/(кг·К). Введите ответ в кДж/К.
32. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении потока излучением Q_l от стенки площадью поверхности $S = 4 \text{ м}^2$, если её степень черноты $\varepsilon = 0,92$, а температура $t_{cm} = 1200 \text{ °С}$. Введите ответ в кВт.
33. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Рейнольдса – Re:
1. $(\omega \cdot l)/v$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. v/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/v^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$
34. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Био – Bi:
1. $(\omega \cdot l)/v$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. v/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/v^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$
35. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите термическое сопротивление цилиндрической стенки:
1. $R_\lambda = l/((\delta/\lambda) \cdot \ln(r_2/r_1))$ 2. $R_\lambda = (1/4\pi \lambda) \cdot ((1/r_1) - (1/r_2))$ 3. $R_\lambda = (1/2\pi l) \cdot (\ln(d_2/d_1))$
36. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: определите плотность теплового потока q для плоской стенки:
1. $q = \alpha \Delta T$ 2. $q = (\lambda/\delta) \Delta T$ 3. $q = k \Delta T$ 4. $q = \Delta T/(\delta/\lambda)$
37. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись граничных условий IV рода при идеальном контакте:

1. $T = f(x, y, z, o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T / \partial n)n$ 3. $T = f(x, y, o)$ 4. $\alpha(T1(\tau) - T2(\tau)) = -\lambda(\partial T / \partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1 / \partial n)n = \lambda2(\partial T2 / \partial n)n, T1 = T2$ 6. $T = f(x, y, z).$
38. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите удельное термическое сопротивление плоской стенки:
1. $R_\lambda = \delta / \lambda$ 2. $R_\lambda = \lambda / \delta$ 3. $R_\lambda = 1 / \alpha$ 4. $R_\lambda = \delta / (\lambda F)$
39. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите полное термическое сопротивление плоской стенки:
1. $R_\lambda = \delta / \lambda$ 2. $R_\lambda = \lambda / \delta$ 3. $R_\lambda = 1 / \alpha$ 4. $R_\lambda = \delta / (\lambda F)$
40. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верные варианты ответов на вопрос: укажите дифференциальные уравнения теплопроводности для нестационарных процессов:
1. $\partial T / \partial \tau = a(\partial^2 T / \partial x^2)$ 2. $\partial T / \partial \tau = a \nabla^2 T$ 3. $\partial^2 T / \partial x^2 = 0$ 4. $\nabla^2 T = 0.$
41. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав дифференциальные уравнения теплопроводности для стационарных процессов:
1. $\partial T / \partial \tau = a(\partial^2 T / \partial x^2)$ 2. $\partial T / \partial \tau = a \nabla^2 T$ 3. $\partial^2 T / \partial x^2 = 0$ 4. $\nabla^2 T = 0$
42. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Нуссельта – Nu:
1. $(\omega \cdot l) / v$ 2. $(\alpha \cdot l) / \lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l) / \lambda_{ст}$ 4. v / a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / v^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / (v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l / a$
43. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Релея – Ra:

1. $(\omega \cdot l)/v$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. v/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/v^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$
44. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Прандтля – Pr:
1. $(\omega \cdot l)/v$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. v/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/v^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$
45. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: чему равен тепловой поток через цилиндрическую стенку:
1. $Q = \frac{\Delta T}{\frac{\delta}{\lambda} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}}$ 2. $Q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{4\pi\lambda} \cdot (\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})}$ 3. $Q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{2\pi\lambda} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}$
46. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: для реализации процесса теплообмена используют:
1. шахтное и распределенное распределение труб; 2. шахматное и координированное распределение труб; 3. шахматное и коридорное расположение труб; 4. шахматное и распределенное расположение труб
47. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Пекле – Pe:
1. $(\omega \cdot l)/v$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. v/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/v^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$

48. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: в законе Стефана-Больцмана лучеиспускательная способность тела E:
1. прямо пропорциональна температуре в четвертой степени; 2. прямо пропорциональна температуре во второй степени; 3. обратно пропорциональна температуре в четвертой степени; 4. обратно пропорциональна температуре во второй степени
49. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись граничных условий I рода:
1. $T=f(x,y,z,o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T=f(x,y,o)$ 4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1/\partial n)n = \lambda2(\partial T2/\partial n)n, T1=T2$ 6. $T=f(x,y,z)$
50. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись граничных условий II рода:
1. $T=f(x,y,z,o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T=f(x,y,o)$ 4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1/\partial n)n = \lambda2(\partial T2/\partial n)n, T1=T2$ 6. $T=f(x,y,z)$
51. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись граничных условий III рода:
1. $T=f(x,y,z,o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T=f(x,y,o)$ 4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1/\partial n)n = \lambda2(\partial T2/\partial n)n, T1=T2$ 6. $T=f(x,y,z)$
52. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись начальных граничных условий:
1. $T=f(x,y,z,o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T=f(x,y,o)$ 4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1/\partial n)n = \lambda2(\partial T2/\partial n)n, T1=T2$ 6. $T=f(x,y,z)$
53. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите уравнение соответствующее закону Ньютона-Рихмана:

1. $Q=k\Delta TF$ 2. $Q=\alpha\Delta FT$ 3. $Q=\alpha\Delta TF$ 4. $Q=\lambda\Delta TF$
54. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, дополнив определение, вписав недостающее слово: Теплообменник, в котором теплоносители разделены стенкой, называется _____
55. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: какое из уравнений теплового баланса можно использовать для проверочного расчета рекуперативного теплообменника?
1. $G_1(T_1'-T_1'')=G_2(T_2''-T_2')$ 2. $c_1(T_1'-T_1'')=c_2(T_2''-T_2')$ 3. $G_1c_1(T_1'-T_1'')\cdot\eta=G_2c_2(T_2''-T_2')$ 4. $G_1c_1(T_1'-T_1'')=G_2c_2(T_2''-T_2')$ где G_1 и G_2 – расходы теплообменных сред c_1 и c_2 – теплоемкости сред η – К.П.Д. теплообменника.
56. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: какую формулу можно использовать для определения площади поверхности рекуперативного теплообменника?
1. $F=Q/k$ 2. $F=Q\cdot k/\Delta T$ 3. $F=Q/(k\cdot\Delta T)$ 4. $F=Q/k(T_1-T_2)$ где ΔT – температурный напор между средами.
57. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: как изменится температура тела, если оно теряет при излучении меньше энергии, чем получает от окружающих тел:
1. повысится 2. понизится 3. не изменится
58. Продemonстрируйте умение решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: теплообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется теплообмен между:
1. плоскими поверхностями; 2. подвижными средами; 3. твердыми телами; 4. концентрическими поверхностями

59. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: перенос теплоты в теплообменном аппарате может осуществляться:
1. конвекцией; 2. диффузией; 3. сорбцией; 4. излучением; 5. десорбцией; 6. теплопроводностью; 7. сублимацией;
60. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: массообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется перенос массы при непосредственном контакте:
1. двух твердых тел; 2. нескольких твердых тел; 3. множества твердых тел; 4. подвижных сред; 5. подвижной среды твердого тела; 6. двух коллоидных тел;
61. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: целью поверочного теплового расчета рекуперативного теплообменника является определение:
1. конечных температур теплоносителей; 2. массовых расходов теплоносителей; 3. основных размеров теплообменника; 4. площади поверхности теплообмена
62. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Грасгофа – Gr:
1. $(\omega \cdot l) / \nu$ 2. $(\alpha \cdot l) / \lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l) / \lambda_{ст}$ 4. ν / a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / \nu^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / (\nu \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l / a$

В полном объеме база тестовых вопросов размещается в СДО: Курс: Б1.О.28 Теплотехника | ЭИОС ПГУПС (pgups.ru)

Материалы для промежуточной аттестации

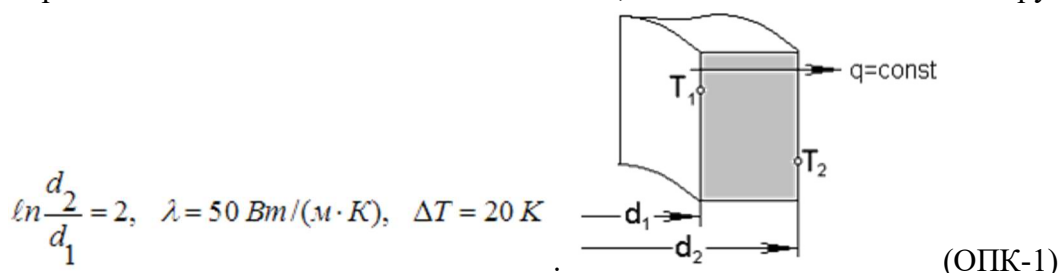
Перечень вопросов к зачету

1. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении коэффициента излучения тела в $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К}^4)$, если излучательная способность серого тела $E = 5000 \text{ Вт}/\text{м}^2$. (ОПК-1)

2. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении максимального коэффициента полезного действия, если известны: температура парогенератора на теплоэлектростанции, использующей перегретый пар, равна 600°С ($T_1=873 \text{ К}$). В холодильник подается речная вода при $t=20^\circ \text{С}$ ($T_2=293 \text{ К}$). Введите ответ в %.(ОПК-1)

3. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении удельного объема в точке 1, показанной на рисунке, в процессе 1 – 2, если $T_1 = 500 \text{ К}$, $T_2 = 50 \text{ К}$, $v_2 = 1 \text{ м}^3/\text{кг}$. (ОПК-1)

4. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении теплового потока Q , если известны: длина трубы равна 1 м,



5. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении изменения энтропии, приходящееся на 1 кг газа, если газ очень медленно выходит из сосуда и известны: $m=1 \text{ кг}$; $p_1=2,026 \cdot 10^7 \text{ Па}$; $\mu=4 \text{ кг}/\text{к} \cdot \text{моль}$ – для гелия; $t_1=20^\circ \text{С}$ ($T_1=293 \text{ К}$); $R=8,3 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{к} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}$. Введите ответ в $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$. (ОПК-1)

6. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении теплообмена излучением между стенками сосуда Дьюара, внутри которого хранится жидкий кислород, если известны: температура на внутренней поверхности наружной стенки $t_1 = 27^\circ \text{С}$, а на наружной поверхности внутренней стенки сосуда температура $t_2 = -183^\circ \text{С}$; степень черноты сосуда покрытого слоем серебра $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0,02$; площади поверхностей стенок $S_1 \approx S_2 \approx 0,1 \text{ м}^2$. Введите ответ в Вт . (ОПК-1)

7. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении потока излучением $\Phi_{\text{л}}$ от стенки площадью поверхности $S = 4 \text{ м}^2$, если её степень черноты $\epsilon = 0,92$, а температура $t_{\text{ст}} = 1200^\circ \text{С}$. Введите ответ в кВт . (ОПК-1)

8. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении излучательности стенки с коэффициентом излучения $C = 4,53 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, степень черноты стен и их длину волны, соответствующей максимальному излучению. Известны: температура излучающей поверхности стенки $t_{\text{ст}} = 1027^\circ \text{С}$; площадь поверхности излучающей стенки $S = 1 \text{ м}^2$. Введите ответы в $\text{Вт}/\text{м}$; мкм . (ОПК-1)

9. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении среднего коэффициента теплоотдачи при конденсации водяного пара атмосферного давления на поверхности горизонтальной трубы с наружным диаметром $d = 16 \text{ мм}$, если температура поверхности стенки трубы $t = 80^\circ \text{С}$. Значение поправок: $A = 12,2 \cdot 10^{-3}$ и $\epsilon = 0,967$ (при $\Delta t = t_s - t_{\text{сн}} = 100 - 80 = 20^\circ \text{С}$). Введите ответ в $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (ОПК-1)

10. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении коэффициента теплоотдачи α и плотности теплового потока q , если известно, что гладкая плита шириной $b = 1 \text{ м}$ и длиной $l = 1,2 \text{ м}$ обдувается сухим воздухом со скоростью $w = 6 \text{ м}/\text{с}$, температура стенки $t_{\text{ст}} = 80^\circ \text{С}$, средняя температура жидкости $t_{\text{ж}} = 20^\circ \text{С}$, линейный размер $l = l = 1,2 \text{ м}$. Введите ответы в Вт и $\text{Вт}/\text{м}^2$. (ОПК-1)

11. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении коэффициента теплоотдачи в поперечном потоке воздуха для отдельно взятой трубы, если известны: $d = 20$ мм, при $t_{ж} = 30$ °С, скорость воздуха $w_0 = 5$ м/с, $\lambda_{ж} = 26,7 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К), кинематическая вязкость жидкости $\nu_{ж} = 16 \text{ мм}^2/\text{с} = 16 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Введите ответ в Вт/(м²·К). (ОПК-1)

12. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении эквивалентной теплопроводности $\lambda_{экв}$ плоской стенки, состоящей из трех слоев изоляции: внутреннего [$\delta_1 = 10$ мм, $\lambda_1 = 0,28$ Вт/(м·К)], основного из диатомитового кирпича [$\delta_2 = 60$ мм, $\lambda_2 = 0,14$ Вт/(м·К)] и наружного штукатурного [$\delta_3 = 5$ мм, $\lambda_3 = 1,16$ Вт/(м·К)]. Введите ответ в Вт/(м·К). (ОПК-1)

13. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении наружной температуры кирпичной кладки трубчатой печи, если ее площадь $S = 140$ м², тепловой поток $Q = 120$ кВт, температура огнеупорной кладки со стороны топки $t' = 1020$ °С. Кирпичная кладка состоит из двух слоев: слоя огнеупорного кирпича [$\delta_1 = 250$ мм, $\lambda_1 = 0,34$ Вт/(м·К)] и слоя красного кирпича [$\delta_2 = 250$ мм, $\lambda_2 = 0,68$ Вт/(м·К)]. Введите ответ в °С. (ОПК-1)

14. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении коэффициента теплоотдачи и температурного напора при пузырьковом кипении воды и давлении 1 МПа, если плотность теплового потока $q = 1,5$ МВт/м². Введите ответ в °С. (ОПК-1)

15. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении теплового потока и массового расхода конденсата, выпадающего на поверхности трубы длиной 1 м. Введите ответы в кВт; кг/с. (ОПК-1)

16. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении массы воздуха в пусковом баллоне дизеля вместимостью 0,3 м³, содержащем воздух, плотность которого 2,86 кг/м³. Введите ответ в кг. (ОПК-1)

17. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении абсолютного давления пара в котле, если известно: манометр показывает $p_u = 1,35$ бар, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет $p_0 = 680$ мм рт. ст. при $t = 25$ °С. Введите ответ в МПа. (ОПК-1)

18. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении объема паросборника, если в нем находится водяной пар в количестве 300 кг, удельный объем пара $v = 20,2$ см³/г. Введите ответ в м³. (ОПК-1)

19. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении массы газа в резервуаре с углекислым газом и его вес, если избыточное давление газа 40 кПа, сосуд вместимостью 4 м³, температура 80 °С, а барометрическое давление 102,4 кПа. Введите ответ в Н. (ОПК-1)

20. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении конечной температуры азота, если начальное состояние газа задано параметрами: $t_1 = 20$ °С, $v_1 = 1,9$ м³/кг. Азот нагревается при постоянном давлении, при этом объем азота увеличивается до 5,7 м³/кг. Введите ответ в °С. (ОПК-1)

21. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении температуры, до которой возможно нагревание азота, если известно: абсолютное давление азота при комнатной температуре ($t = 20$ °С) $p = 2,2$ МПа. Азот нагревают в сосуде, причем известно, что предельное избыточное давление, при котором возможна безопасная работа,

$p_{изб} = 6$ МПа. Барометрическое давление $p_0 = 1000$ гПа. Введите ответ в °С. (ОПК-1)

22. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении массы подаваемого компрессором кислорода. Компрессор подает кислород в резервную емкость объемом 3 м³. Избыточное давление в резервуаре увеличивается при этом от 0,01 до 0,6 МПа, а температура – от 15 до 30 °С. Барометрическое давление $p_0 = 993$ кПа. Введите ответ в кг. (ОПК-1)

23. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении средней удельной массовой теплоёмкости кислорода при постоянном давлении при повышении его температуры от 600 до 2000⁰С. Введите ответ в кДж/(кг·К). (ОПК-1)

24. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении подведённой теплоты Q . Воздух, содержащийся в баллоне вместимостью 12,5 м³ при температуре 20⁰С и абсолютном давлении 1 МПа, подогревается до температуры 180⁰С. $R = 287,1$ Дж/(кг·К) – удельная газовая постоянная воздуха. Введите ответ в МДж (ОПК-1)

25. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении количества теплоты, сообщенного воздуху в единицу времени, если расход его составляет 250 кг/ч. В регенеративном подогревателе газовой турбины воздух нагревается при постоянном давлении от $t_1 = 130$ °С до $t_2 = 500$ °С. Введите ответ в кВт. (ОПК-1)

26. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении количества килограммов свинца, которое можно нагреть от температуры 15⁰С до температуры плавления $t_{пл} = 327$ °С посредством удара молота массой 200 кг при падении его с высоты 2 м. Вся энергия падения молота превращается в теплоту, которая целиком поглощается свинцом. Теплоемкость свинца $c_p = 125,6$ Дж/(кг·К). Введите ответ в кг. (ОПК-1)

27. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении температуры воздуха в результате подвода к баллону 16 кДж теплоты. В баллоне вместимостью 15 л содержится воздух под давлением 0,4 МПа и при температуре 30⁰С. Удельная изохорная теплоёмкость воздуха c_v равна 736 Дж/(кг·К). Газовая постоянная воздуха $R = 287,1$ Дж/(кг·К). Введите ответ в °С. (ОПК-1)

28. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении конечного объема азота, совершенной им работы, если азот массой 0,5 кг расширяется по изобаре при давлении 0,3 МПа так, что температура его повышается от 100 до 300 °С. Удельная газовая постоянная азота равна $R = 296,8$ Дж/(кг·К). Введите ответы в м³ и кДж. (ОПК-1)

29. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении параметров газа в конце процесса (v_2, T_2) и количества подведенной теплоты. В закрытом сосуде, объемом 6 м³, находится водород при давлении $p_1 = 0,2$ МПа и температуре $t_1 = 37$ °С. Газ нагревается, пока давление не станет равным 0,9 МПа. Введите ответы в м³/кг, К и кДж. (ОПК-1)

30. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении термического КПД цикла, если при совершении некоторого обратимого цикла в тепловом двигателе к рабочему телу подводится теплота в количестве 420 МДж; при этом двигатель совершает работу 196 МДж. Введите ответ в %. (ОПК-1)

31. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении энтропии 100 кг алюминия при 300 °С, считая, что его энтропия при 0 °С равна нулю. Средняя теплоёмкость алюминия c_p в интервале температур от 0 до 300 °С равна 0,955 кДж/(кг·К). (ОПК-1)

32. Продемонстрируйте владение навыками решения инженерных задач при определении потока излучением Q_l от стенки площадью поверхности $S = 4$ м², если её степень черноты $\varepsilon = 0,92$, а температура $t_{cm} = 1200$ °С. Введите ответ в кВт. Введите ответ в кДж/К. (ОПК-1)

33. Предмет технической термодинамики. Понятие об идеальном газе. Параметры состояния, единицы измерения. (ОПК-1)

34. Уравнение состояния идеального газа, газовая постоянная. (ОПК-1)

35. Теплоемкость газов. Основные определения, классификация. (ОПК-1)

36. Теплоемкость газов, показатели адиабаты, уравнение Майера. (ОПК-1)

37. Понятие о теплоте, работе, внутренней энергии.(ОПК-1)
38. I закон термодинамики. Понятие об энтальпии, приведенная теплота.(ОПК-1)
39. Термодинамические процессы. Их изображение в p - V и T - S координатах.(ОПК-1)
40. Изохорный процесс идеального газа.(ОПК-1)
41. Изобарный процесс идеального газа.(ОПК-1)
- 42.
43. Изотермический процесс идеального газа.(ОПК-1)
44. Адиабатный процесс идеального газа. (ОПК-1)
45. Политропный процесс, его анализ. (ОПК-1)
46. Водяной пар, основные определения. Процесс парообразования, его изображение в p - V и T - S координатах. (ОПК-1)
47. Сухой насыщенный пар, влажный насыщенный пар, перегретый пар. Определения, характеристики и параметры. (ОПК-1)
48. Таблицы для определения параметров водяного пара, H - S диаграмма. (ОПК-1)
49. Влажный воздух. Основные определения, характеристики и параметры. (ОПК-1)
- 1)
50. H - d диаграмма влажного воздуха. (ОПК-1)
51. II закон термодинамики. Понятие о циклах. Цикл Карно. (ОПК-1)
52. Цикл д.в.с. с изохорным подводом теплоты, его анализ. (ОПК-1)
53. Цикл д.в.с. с изобарным подводом теплоты, его анализ. (ОПК-1)
54. Цикл д.в.с. со смешанным подводом теплоты, его анализ. (ОПК-1)
55. Основные виды переноса теплоты. (ОПК-1)
56. Теплопроводность, основные определения. Температурное поле. (ОПК-1)
57. Закон Фурье, градиент температуры, коэффициент теплопроводности. (ОПК-1)
58. Дифференциальное уравнение теплопроводности. (ОПК-1)
59. Краевая задача теплопроводности и методы её решения. (ОПК-1)
60. Стационарная теплопроводность через однослойную плоскую стенку. (ОПК-1)
61. Стационарная теплопроводность через многослойную плоскую стенку. (ОПК-1)
62. Стационарная теплопроводность через однослойную цилиндрическую стенку. (ОПК-1)
63. Стационарная теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку. (ОПК-1)
64. Конвективный теплообмен. Основные определения и понятия. Уравнение Ньютона-Рихмана. (ОПК-1)
65. Коэффициент теплообмена. Физический смысл, особенности определения. (ОПК-1)
66. Основы теории подобия, теоремы подобия. (ОПК-1)
67. Основные числа подобия. (ОПК-1)
68. Уравнения подобия для естественной и вынужденной конвекции. (ОПК-1)
69. Лучистый теплообмен. Поверхностная плотность потока интегрального излучения. (ОПК-1)
70. Лучистый теплообмен. Уравнение баланса лучистой энергии. Коэффициенты A , R , D . (ОПК-1)
71. Лучистый теплообмен. Уравнение Стефана-Больцмана. (ОПК-5.1.1)
72. Степень черноты тела. Степень черноты системы тел. (ОПК-1)
73. Теплопередача. Уравнения теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. (ОПК-1)
- 1)
74. Теплопередача через однослойную плоскую стенку. (ОПК-1)
75. Теплопередача через многослойную плоскую стенку. (ОПК-1)
76. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку. (ОПК-1)
77. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку. (ОПК-1)

78. Теплопередача через ребристую стенку. (ОПК-1)
79. Способы интенсификации теплопередачи. (ОПК-1)
80. Теплообменные аппараты. Классификация, основные виды, их характеристики. (ОПК-5.1.1)
81. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов. (ОПК-1)
82. Способы интенсификации процесса теплопередачи. (ОПК-1)
83. Сжатие газа в компрессоре. (ОПК-1)
84. Работа компрессора при изотермическом, адиабатном и политропном процессах. (ОПК-1)
85. Многоступенчатое сжатие в компрессоре. Механический к.п.д. компрессора. (ОПК-1)
86. Виды топлива. Состав твердого и жидкого топлива. Процесс горения. (ОПК-1)
87. Виды топлива. Состав газообразного топлива. Процесс горения. (ОПК-1)

3. Описание показателей и критериев оценивания индикаторов достижения компетенций, описание шкал оценивания

Показатель оценивания – описание оцениваемых основных параметров процесса или результата деятельности.

Критерий оценивания – признак, на основании которого проводится оценка по показателю.

Шкала оценивания – порядок преобразования оцениваемых параметров процесса или результата деятельности в баллы.

Показатели, критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля приведены в таблицах 3.1.

Таблица 3.1

Для очной формы обучения (4 семестр)

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценива ния
1	Лабораторная работа №1-7	Наличие заготовки	Присутствует	2
			Отсутствует	0
		Правильность ответа на вопрос	Получены правильные ответы на вопросы	2
			Получены частично правильные ответы	1
			Получены неправильные ответы	0
		Соответствие методике выполнения	Соответствует	2
			Не соответствует	0
		Срок выполнения работы	Работа выполнена в срок	2
			Работа выполнена с опозданием на 1 неделю	1

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценива ния
		Точность выводов	Работа выполнена с опозданием на 2 недели и более	0
			Выводы носят конкретный характер	2
			Выводы носят формальный характер	0
Итого максимальное количество баллов за лабораторную работу				10
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Для заочной формы обучения (4 курс)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Лабораторные работы № 1, 2	Срок выполнения работы	Работа выполнена в срок	4
			Работа выполнена позже срока без уважительных причин	0
		Срок защиты работы	Работа защищена в срок	4
			Работа защищена после срока	0
		Оформление отчета	Соответствует требованиям	1
			Не соответствует требованиям	0
		Защита лабораторной работы (правильность решения заданий для защиты работы)	Получены правильные ответы на вопросы (решения)	10
			Получены частично правильные ответы на вопросы (решения)	3
			Получены неправильные ответы на вопросы (решения)	0
		Итого максимальное количество баллов за одну работу		
Итого максимальное количество баллов за 2 лабораторные работы			30	
3	Контрольная работа	Срок выполнения работы	Работа выполнена в срок	5

			Работа выполнена позже срока без уважительных причин	0
		Правильность решения заданий работы	Работа не содержит ошибок	15
			Работа содержит неточности в решении заданий	10
			Работа содержит грубые ошибки в решении заданий	0
		Оформление работы	Соответствует требованиям	5
			Частично соответствует	2
			Не соответствует требованиям	0
		Защита контрольной работы (правильность решения заданий для защиты работы)	Получены правильные ответы на все вопросы(решения)	20
			Получены правильные ответы на большую часть вопросов(решения)	10
			Получены правильные ответы на отдельные вопросы(решения)	2
			Ни одного правильного ответа(решения)	0
		Итого максимальное количество баллов за контрольную работу		
	ИТОГО максимальное количество баллов			70

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов достижения компетенций

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблицах 4.1.

Формирование рейтинговой оценки по дисциплине

Таблица 4.1

Для очной формы обучения (4 семестр)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль	Лабораторные работы	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1. Допуск к экзамену ≥ 50 баллов при условии выполнения и защиты всех

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
			лабораторных и расчётно-графических работ
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов к зачету, тестовые задания	30	- получены полные ответы на вопросы - 25...30 баллов; - получены достаточно полные ответы на вопросы - 20...24 балла; - получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов - 11...20 баллов; - не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты - 0...10 баллов.
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	«Зачтено» – 60 баллов и более «Не зачтено» – 59 баллов и менее		

Для заочной формы обучения (4 курс)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль	Лабораторные работы и контрольная работа	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1. Допуск к экзамену ≥ 50 баллов при условии выполнения и защиты всех лабораторных и расчётно-графических работ
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов к зачету, тестовые задания	30	- получены полные ответы на вопросы - 25...30 баллов; - получены достаточно полные ответы на вопросы - 20...24 балла; - получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов - 11...20 баллов; - не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты - 0...10 баллов.
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	«Зачтено» – 60 баллов и более «Не зачтено» – 59 баллов и менее		

Процедура проведения зачета осуществляется в форме тестовых заданий или письменного ответа на вопросы билета или устного ответа на вопросы билета.

Билет на зачет содержат вопросы из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2.

Тестовые задания промежуточной аттестации оцениваются по процедуре оценивания таблицы 4.1.

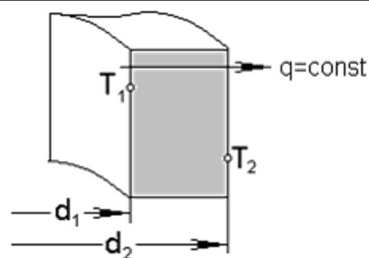
5. Оценочные средства для диагностической работы по результатам освоения дисциплины

Проверка остаточных знаний обучающихся по дисциплине ведется с помощью оценочных материалов текущего и промежуточного контроля по проверке знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций.

Оценочные задания для формирования диагностической работы по результатам освоения дисциплины (модуля) приведены в таблице 5.1

Т а б л и ц а 5.1

Индикатор достижения компетенции Знает - 1; Умеет- 2; Опыт деятельности - 3 (владеет/ имеет навыки)	Содержание задания	Варианты ответа на вопросы тестовых заданий (для заданий <u>открытого</u> типа)	Эталон ответа
ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.			
ОПК-1.2.1 Умеет применять методы естественных наук при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	1. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении коэффициента излучения тела в Вт/(м ² К ⁴), если излучательная способность серого тела $E = 5000 \text{ Вт/м}^2$,	—	$E = \varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$ так как то коэффициент излучения серого тела $C = \varepsilon C_0 = 0,5 \text{ Вт/(м}^2\text{К}^4)$ Ответ: 0,5 Вт/(м ² К ⁴).
	2. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении максимального коэффициента полезного действия, если известны: температура парогенератора на теплоэлектростанции, использующей перегретый пар, равна 600° С (Т ₁ =873 К). В холодильник подается речная вода при t=20° С (Т ₂ =203 К). Введите ответ в %.	—	Максимальный КПД имеет тепловая машина, работающая по циклу Карно: $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{873 - 293}{873} = 0,663\%$ где Т ₁ – температура нагревателя, Т ₂ – температура холодильника. Обе температуры определяются по шкале Кельвина. Ответ: 66,3%
	3. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении удельного объема в точке 1, показанной на рисунке, в процессе 1 – 2, если $T_1 = 500 \text{ К}, T_2 = 50 \text{ К}, v_2 = 1 \text{ м}^3/\text{кг}$.	—	Из соотношения: $T_1/T_2 = v_1/v_2$ следует, что $v_1 = 10 \text{ м}^3/\text{кг}$ Ответ: 10 м ³ /кг
	4. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении теплового потока Q , если известны: длина трубы равна 1 м, $\ln \frac{d_2}{d_1} = 2$, $\lambda = 50 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$, $\Delta T = 20 \text{ К}$.	—	$Q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{2\pi\lambda\ell} \ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{20}{\frac{1}{100\pi} \cdot 2} = 1000\pi.$ Ответ: 1000π



5. Продемонстрируйте умение решать

инженерные задачи при определении изменения энтропии, приходящееся на 1 кг газа, если газ очень медленно выходит из сосуда известны:

$m=1$ кг; $p_1=2,026 \cdot 10^7$ Па; $\mu=4$ кг/к·моль – для гелия; $t_1=20^\circ\text{C}$ ($T_1=293\text{K}$); $R=8,3 \cdot 10^3$ Дж/к·моль·К

Введите ответ в $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$.

–

Давление p_2 равняется атмосферному давлению, т.е. $p_2=1,013 \cdot 10^5$ Па, так как гелий выходит из сосуда в атмосферу. Так как газ выходит из сосуда очень медленно, то можно изменением температуры газа пренебречь и считать этот процесс изотермическим ($T = \text{const}$). Изменение энтропии:

$$\begin{aligned} \Delta S &= \frac{m}{\mu} R \cdot \ln \frac{p_1}{p_2} \\ &= \frac{1}{4} \cdot 8,3 \\ &\quad \cdot 10^3 \ln \frac{2,026 \cdot 10^5 \text{ Дж}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ К}} \\ &\cong 1,1 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \end{aligned}$$

Ответ: $\Delta S \cong 1,1 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

6. Продемонстрируйте умение решать

инженерные задачи при определении теплообмена излучением между стенками сосуда Дьюара, внутри которого хранится жидкий кислород, если известны: температура на внутренней поверхности наружной стенки $t_1 = 27^\circ\text{C}$, а на наружной поверхности внутренней стенки сосуда температура $t_2 = -183^\circ\text{C}$; степень черноты сосуда покрытого слоем серебра $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,02$; площади поверхностей стенок $S_1 \approx S_2 \approx 0,1$ м.

–

Так как в сосуда Дьюара один находится внутри другого сосуда, то теплообмен излучением между ними:

$$\Phi = \varepsilon_{\text{пр}} C_s S_1 [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4].$$

Приведенная степень черноты:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1/(1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1) = 1/(2/\varepsilon - 1) = 1/(2/0,02 - 1) \approx 0,01.$$

Следовательно,

$$Q_{\text{л}} = 0,01 \cdot 5,67 \cdot 0,1 \cdot [(300/100)^4 - (90/100)^4] = 0,455 \text{ Вт}.$$

	Введите ответ в Вт.		Ответ: 0,455 Вт.
	7. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении потока излучением $\Phi_{\text{л}}$ от стенки площадью поверхности $S = 4 \text{ м}$, если её степень черноты $\varepsilon = 0,92$, а температура $t_{\text{ст}} = 1200 \text{ С}$. Введите ответ в кВт.	—	$\Phi_{\text{л}} = \varepsilon C_s S (T/100)^4 =$ $0,92 \cdot 5,67 \cdot 4 \cdot (1473/100)^4 \approx 982000 \text{ Вт} = 982 \text{ кВт}.$ Ответ: 982 кВт.
	8. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении излучательности стенки с коэффициентом излучения $C = 4,53 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$, степень черноты стен и их длину волны, соответствующей максимальному излучению. Известны: температура излучающей поверхности стенки $t_{\text{ст}} = 1027 \text{ }^{\circ}\text{С}$; площадь поверхности излучающей стенки $S = 1 \text{ м}^2$. Введите ответы в Вт/м; мкм.	—	Излучательность серой стенки: $\Phi = C (T/100)^4 = 4,53 \cdot (1300/100)^4 = 129,4 \cdot 10 \text{ Вт/м}.$ Степень черноты определяем по формуле: $\varepsilon = C/C_s = 4,53/5,67 \approx 0,8$. Длину волны, соответствующей максимальному излучению, найдем по формуле Вина: $\lambda_{s,\text{max}} = 2,9/(10^3 \cdot T) = 2,9/(10^3 \cdot 1300) = 2,23 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 2,23 \text{ мкм}.$ Ответ: $129,4 \cdot 10 \text{ Вт/м}$; $2,23 \text{ мкм}$.
	9. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении среднего коэффициента теплоотдачи при конденсации водяного пара атмосферного давления на поверхности горизонтальной трубы с наружным диаметром $d = 16 \text{ мм}$, если температура поверхности стенки трубы $t = 80 \text{ С}$. Значение поправок: $A = 12,2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ и $\varepsilon = 0,967$ (при $\Delta t = t_s - t_{\text{сн}} = 100 - 80 = 20^{\circ}\text{С}$) Введите ответ в Вт/(м² · К)	—	Средний коэффициент теплоотдачи: $\alpha = 0,728 \text{ А} \varepsilon t / \sqrt[4]{d_n \Delta t} = 0,728 \cdot 12,2 \cdot 10^3 \cdot 0,967 / \sqrt[4]{16 \cdot 10^3 \cdot 20} = 11400 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ Ответ: $11,4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$

	10. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении коэффициента теплоотдачи α и плотности теплового потока q, если известно, что гладкая плита шириной $b = 1$ м и длиной $l = 1,2$ м обдувается сухим воздухом со скоростью $w_0 = 6$ м/с, температура стенки $t_{ст} = 80^\circ\text{C}$, средняя температура жидкости $t_{ж} = 20^\circ\text{C}$, линейный размер $l = l = 1,2$ м. Введите ответы в Вт и Вт/м².	—	Число Рейнольдса: $Re_{ж} = w_0 l_0 / \nu_{ж}$. При $t_{ж} = 20^\circ\text{C}$ $\nu_{ж} = 15,06 \text{ мм}^2/\text{с} = 15,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Следовательно, $Re_{ж} = 6 \cdot (1,2 / 15,06 \cdot 10^{-6}) = 4,78 \cdot 10^5$. В данном случае $Re > 4 \cdot 10^5$, т.е. режим движения жидкости - турбулентный. Поэтому $\lambda_{ж} = 25,9 \text{ мВт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ и $Re^{0,8}_{ж} = (4,78 \cdot 10^5)^{0,8} = 35 \cdot 10^3$. Следовательно, $Nu_{ж} = 0,32 \cdot 35 \cdot 10^3 = 1,12 \cdot 10^3$. Коэффициент теплоотдачи: $\alpha = Nu \cdot (\lambda_{ж} / l_0) = (1,12 \cdot 10^3 \cdot 25,9 \cdot 10^{-3}) / 1,2 = 24,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Тепловой поток: $Q = \alpha S (t_{ст} - t_{ж}) = 24,2 \cdot (b \cdot l) \cdot (80 - 20) = 1740 \text{ Вт}$. Плотность теплового потока: $q = Q / S = 1740 / 1,2 = 1450 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Ответ: 1740 Вт; 1450 Вт/м².
	11. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении коэффициента теплоотдачи в поперечном потоке воздуха для отдельно взятой трубы, если известны: $d = 20$ мм, при $t_{ж} = 30^\circ\text{C}$, скорость воздуха $w_0 = 5$ м/с, $\lambda_{ж} = 26,7 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, кинематическая вязкость жидкости $\nu_{ж} = 16 \text{ мм}^2/\text{с} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Введите ответ в Вт/(м²·К).	—	Определяющий размер при поперечном омывании трубы $l_0 = d_n$. $Re_{ж} = w_0 l_0 / \nu_{ж} = 5 \cdot 20 \cdot 10^{-3} / (16 \cdot 10^{-6}) = 6,25 \cdot 10^3$. $Nu_{ж} = 0,245 \cdot Re^{0,6}_{ж} = (6,25 \cdot 10^3)^{0,6} = 46,5$. Следовательно, $\alpha = Nu_{ж} \cdot \lambda_{ж} / d = 46,5 \cdot 26,7 \cdot 10^{-3} / (20 \cdot 10^{-3}) = 62,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Ответ: 62,1 Вт/(м²·К).
	12. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении эквивалентной теплопроводности $\lambda_{экв}$ плоской стенки, состоящей из трех слоев изоляции: внутреннего [$\delta_1 = 10$ мм, $\lambda_1 = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$], основного из диатомитового кирпича [$\delta_2 = 60$ мм, $\lambda_2 = 0,14 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$] и наружного штукатурного [$\delta_3 = 5$ мм, $\lambda_3 = 1,16 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$]. Введите ответ в Вт/(м·К).	—	По обобщенному уравнению $R = \delta / \lambda$ вычисляем частные сопротивления: $R_1 = 10 \cdot 10^{-3} / 0,28 = 35,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; $R_2 = 60 \cdot 10^{-3} / 0,14 = 429 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; $R_3 = 5 \cdot 10^{-3} / 1,16 = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

			Значение эквивалентной теплопроводности: $\lambda_{\text{ЭКВ}} = \delta / R = (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) / (R_1 + R_2 + R_3) = 75 \cdot 10^{-3} / (35,7 \cdot 10^{-3} + 429 \cdot 10^{-3} + 4,3 \cdot 10^{-3}) = 0,16 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ Ответ: 0,16 Вт/(м·К)
	13. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении наружной температуры кирпичной кладки трубчатой печи, если ее площадь $S = 140 \text{ м}^2$, тепловой поток $Q = 120 \text{ кВт}$, температура огнеупорной кладки со стороны топки $t' = 1020 \text{ }^\circ\text{C}$. Кирпичная кладка состоит из двух слоев: слоя огнеупорного кирпича [$\delta_1 = 250 \text{ мм}$, $\lambda_1 = 0,34 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$] и слоя красного кирпича [$\delta_2 = 250 \text{ мм}$, $\lambda = 0,68 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$]. Введите ответ в $^\circ\text{C}$.	—	Поверхностная плотность теплового потока: $q = Q/S = 120 \cdot 10^3 / 140 = 857 \text{ Вт/м}^2$. Термическое сопротивление кирпичной кладки: слоя огнеупорного кирпича $R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 250 \cdot 10^{-3} / 0,34 = 0,735 \text{ м} \cdot \text{К/Вт}$; слоя красного кирпича $R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 250 \cdot 10^{-3} / 0,68 = 0,367 \text{ м} \cdot \text{К/Вт}$. Искомая температура: $t''_{\text{ст}} = t'_{\text{ст}} - q (R_1 + R_2) = 1020 - 857 \cdot (0,735 + 0,367) = 75 \text{ }^\circ\text{C}$. Ответ: 75 $^\circ\text{C}$.
	14. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении коэффициента теплоотдачи и температурного напора при пузырьковом кипении воды и давлении 1 МПа, если плотность теплового потока $q = 1,5 \text{ МВт/м}^2$. Введите ответ в $^\circ\text{C}$.	—	Коэффициент теплоотдачи: $\alpha = 4,44 q^{0,7} p^{0,16} = 4,44 (1,5 \cdot 10^6)^{0,7} \cdot (1 \cdot 10^6)^{0,16} = 742,3 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{К)}$. Температурный напор Δt определяем из уравнения Ньютона-Рихмана% $\Delta t = q / \alpha = 1,5 \cdot 10^6 / 742,3 \cdot 10^3 = 2,02 \text{ }^\circ\text{C}$. Ответ: 2,02 $^\circ\text{C}$.

	15. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении теплового потока и массового расхода конденсата, выпадающего на поверхности трубы длиной 1 м. Введите ответы в кВт; кг/с.	—	Тепловой поток: $Q = \alpha S \cdot (t_{жс} - t_{см})$, где S – площадь наружной поверхности трубы $S = \pi d_{н} l = 3,14 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 50,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Следовательно, $Q = 11,4 \cdot 10^3 \cdot 50,2 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 11,45 \text{ кВт}$. Теплота, которую нужно отвести от сухого насыщенного пара массой 1 кг, чтобы превратить его в жидкость, должна равняться теплоте парообразования r. Поэтому массовый расход конденсата: $G_t = Q/r = 11,45 \cdot 10^3 / (2,26 \cdot 10^6) = 5,08 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$. Ответ: 11,45 кВт; $5,08 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$.
	16. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении массы воздуха в пусковом баллоне дизеля вместимостью 0,3 м, содержащем воздух, плотность которого 2,86 кг/м³. Введите ответ в кг.	—	$m = \rho \cdot V = 2,86 \cdot 0,3 = 0,86 \text{ кг}$. Ответ: 0,86 кг.
	17. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении абсолютного давления пара в котле, если известно: манометр показывает $p_u = 1,35 \text{ бар}$, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет $p_0 = 680 \text{ мм рт. ст.}$ при $t = 25^\circ\text{C}$. Введите ответ в МПа.	—	Показание барометра при температуре ртути 0°C: $p_0 = 680 - (4,31 \cdot 680)/1000 = 677,07 \text{ мм рт. ст.}$ Абсолютное давление пара в котле: $p = p_u + p_0 = 1,35 \cdot 10^5 + 677,07 \cdot 133 = 2,25 \cdot 10^5 = 0,225 \text{ МПа}$. Ответ: 0,225 МПа.
	18. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении объема паросборника, если в нем находится водяной пар в количестве 300 кг, удельный объем пара $v = 20,2 \text{ см}^3/\text{г}$. Введите ответ в м³.	—	Объем пара: $V = m \cdot v = 300 \cdot 20,2 \cdot 10^{-3} = 6,06 \text{ м}^3$. Ответ: 6,06 м³.

	19. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении массы газа в резервуаре с углекислым газом и его вес, если избыточное давление газа 40 кПа, сосуд вместимостью 4 м³, температура 80⁰С, а барометрическое давление 102,4 кПа. Введите ответ в Н.	—	Абсолютное давление газа: $p = p_u + p_0 = 40 + 102,4 = 142,4$ кПа. Масса газа из уравнения состояния: $m = pV/RT = (142,4 \cdot 103 \cdot 4) / (188,9 \cdot (273 + 80)) = 8,54$ кг. Вес газа: $G = mg = 8,54 \cdot 9,81 = 83,8$ Н. Ответ: 83,8 Н.
	20. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении конечной температуры азота, если начальное состояние газа задано параметрами: $t_1 = 20^0\text{C}$, $v_1 = 1,9$ м³/кг. Азот нагревается при постоянном давлении, при этом объем азота увеличивается до 5,7 м³/кг. Введите ответ в ⁰С.	—	Согласно закону Гей-Люссака (при $p = \text{const}$): $v_2 / v_1 = T_2 / T_1$, откуда $T_2 = T_1(v_2 / v_1) = (273 + 20)(5,7 / 1,9) = 1419\text{K} = 1146^0\text{C}$ Ответ: 1146⁰С.
	21. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении температуры, до которой возможно нагревание азота, если известно: абсолютное давление азота при комнатной температуре ($t = 20^0\text{C}$) $p = 2,2$ МПа. Азот нагревают в сосуде, причем известно, что предельное избыточное давление, при котором возможна безопасная работа, $p_{\text{изб}} = 6$ МПа. Барометрическое давление $p_0 = 1000$ гПа. Введите ответ в ⁰С.	—	Согласно закону Шарля (процесс при $v = \text{const}$), $p_2 / p_1 = T_2 / T_1$, откуда $T_2 = T_1(p_2 / p_1) = (273 + 20) \cdot ((6 + 0,1) / 2,2) = 812,4\text{K} = 539,4^0\text{C}$. Ответ: 539,4⁰С.
	22. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении массы подаваемого компрессором кислорода. Компрессор подает кислород в резервную емкость объемом 3 м³. Избыточное давление в резервуаре увеличивается при этом от 0,01 до 0,6 МПа, а температура – от 15 до 30⁰С. Барометрическое давление $p_0 = 993$ кПа. Введите ответ в кг.	—	Масса поданного кислорода будет равна его массе при абсолютном давлении p_1 и температуре $t_2 = 30^0\text{C}$ за вычетом массы кислорода при абсолютном давлении p_1 и температуре $t_1 = 15^0\text{C}$, т.е. $m = m_2 - m_1 = p_2 V / RT_2 - p_1 V / RT_1 = V / R (p_2 / T_2 - p_1 / T_1) = (3 / 259,8) \cdot ((0,6 + 0,0993) \cdot 10^6) /$

			$/(273+30)-(0,01+0,0993)\cdot 10^6)/$ $/(273+15))=22,27 \text{ кг.}$ Ответ: 22,27 кг.
	23. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении средней удельной массовой теплоёмкости кислорода при постоянном давлении при повышении его температуры от 600 до 2000⁰C. Введите ответ в кДж/(кг·K).	—	Искомую теплоёмкость принимаем равной истинной удельной изобарной теплоёмкости при средней арифметической температуре t_m: $t_m = (t_1 + t_2)/2 = (600 + 2000)/2 = 1300^0\text{C}$ Истинная удельная изобарная теплоёмкость кислорода при температуре 1300⁰C: $c_p = 1,1476 \text{ кДж/(кг·K)}$. Это значение теплоёмкости равно средней удельной изобарной теплоёмкости c_{pm} кислорода в интервале температур 600...2000⁰C. Ответ: 1,1476 кДж/(кг·K).
	24. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении подведённой теплоты Q. Воздух, содержащийся в баллоне вместимостью 12,5 м³ при температуре 20⁰C и абсолютном давлении 1 МПа, подогревается до температуры 180⁰C. $R = 287,1 \text{ Дж/(кг·K)}$ – удельная газовая постоянная воздуха. Введите ответ в МДж	—	С учетом того, что процесс нагревания происходит при постоянном объеме, из определения удельной теплоемкости: $c_v = Q/m(t_2 - t_1)$, откуда $Q = c_v \cdot m(t_2 - t_1)$. Массу воздуха m найдём из уравнения состояния: $m = pV / RT_1 = 1 \cdot 10^6 \cdot 12,5 / (287,1 \cdot 293) = 148,6 \text{ кг,}$ Средняя удельная изохорная теплоёмкость равна истинной теплоёмкости при средней температуре воздуха 100⁰C, т.е. $c_v = 722,6 \text{ Дж/(кг·K)}$. Следовательно, количество подведенной теплоты: $Q = c_v \cdot m(t_2 - t_1) = 722,6 \cdot 148,6 \cdot (180 - 20) = 17,2 \text{ МДж}$ Ответ: 17,2 МДж.

	25. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении количества теплоты, сообщенного воздуху в единицу времени, если расход его составляет 250 кг/ч. В регенеративном подогревателе газовой турбины воздух нагревается при постоянном давлении от $t_1 = 130^\circ\text{C}$ до $t_2 = 500^\circ\text{C}$. Введите ответ в кВт.	—	Количество теплоты, сообщенной воздуху в единицу времени: $Q = c_{\text{ср}} \cdot G(t_2 - t_1)$. где G - расход воздуха, кг/с; $c_{\text{ср}}$ – средняя изобарная теплоемкость в интервале температур $130 \dots 500^\circ\text{C}$. Тогда $Q = 1044,6 \cdot (250/3600) \cdot (500 - 130) = 27,26$ кВт. Ответ: 27,26 кВт.
	26. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении количества килограммов свинца, которое можно нагреть от температуры 15°C до температуры плавления $t_{\text{пл}} = 327^\circ\text{C}$ посредством удара молота массой 200 кг при падении его с высоты 2 м. Вся энергия падения молота превращается в теплоту, которая целиком поглощается свинцом. Теплоемкость свинца $c_p = 125,6$ Дж/(кг·К). Введите ответ в кг.	—	Теплота при падении молота: $Q = mgh$, где Q – теплота, Дж; h – высота падения, м; m – масса молота, кг. Теплота, которую получает свинец: $Q = m_c c_p \Delta t$, где Δt – разность температур, $^\circ\text{C}$; m_c – масса свинца, кг. Отсюда $m_c = Q / c_p (t_{\text{пл}} - t_1) =$ $= mgh / c_p (t_{\text{пл}} - t_1) =$ $= (200 \cdot 9,8 \cdot 2) / (125,6 \cdot (327 - 15)) =$ $= 0,1$ кг. Ответ: 0,1 кг.
	27. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении температуры воздуха в результате подвода к балону 16 кДж теплоты. В баллоне вместимостью 15 л содержится воздух под давлением 0,4 МПа и при температуре 30°C. Удельная изохорная теплоёмкость воздуха c_v равна 736 Дж/(кг·К). Газовая постоянная воздуха $R = 287,1$ Дж/(кг·К). Введите ответ в $^\circ\text{C}$.	—	Масса воздуха m по уравнению состояния: $m = p_1 V / RT = 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,015 / (287,1 \cdot 303) = 0,069$ кг, Количество подведенной теплоты: $Q = m c_v (T_2 - T_1) = m c_v (t_2 - t_1)$, откуда конечная температура процесса: $t_2 = t_1 + Q / (m c_v) =$ $= 30 + 16 \cdot 10^3 / (0,069 \cdot 736) = 345^\circ\text{C}$. Ответ: 345$^\circ\text{C}$.

	28. <u>Продемонстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении конечного объема азота, совершенной им работы, если азот массой 0,5 кг расширяется по изобаре при давлении 0,3 Мпа так, что температура его повышается от 100 до 300 °С. Удельная газовая постоянная азота равна $R = 296,8$ Дж/(кг·К). Введите ответы в м³ и кДж.	—	Начальный объем азота из уравнения состояния: $V_1 = mRT_1 / p =$ $= 0,5 \cdot 296,8 \cdot 373 / (0,3 \cdot 10^6) = 0,184 \text{ м}^3$. Конечный объем азота: $V_2 = V_1 T_2 / T_1 =$ $= (0,184 \cdot 573) / 373 = 0,284 \text{ м}^3$. Работа изменения объема: $L = p(V_2 - V_1) =$ $= 0,3 \cdot 10^6 (0,284 - 0,184) =$ $= 30 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 30 \text{ кДж}$. Ответ: 30 кДж.
	29. <u>Продемонстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении параметров газа в конце процесса (v_2, T_2) и количества подведенной теплоты. В закрытом сосуде, объемом 6 м³, находится водород при давлении $p_1 = 0,2$ МПа и температуре $t_1 = 37$ °С. Газ нагревается, пока давление не станет равным 0,9 МПа. Введите ответы в м³/кг, К и кДж.	—	Температуру водорода в конце процесса T_2 определим из закона Шарля: $T_2 = T_1 p_2 / p_1 = (273 + 37) 0,9 / 0,2 =$ $= 1395 \text{ К}$. Количество подведенной теплоты: $Q = m c_v (T_2 - T_1) = m c_v (t_2 - t_1)$, Истинная теплоемкость c_v при средней температуре процесса $t_{cp} = (t_1 + t_2) / 2 = (37 + 1122) / 2 = 579,5^\circ\text{C}$: $c_v =$ $= 10,659 \text{ кДж/(кг·К)}$. Массу водорода из уравнения состояния: $m = p_1 V / RT_1 =$ $= 0,2 \cdot 10^6 \cdot 6 / 4124,3 \cdot (273 + 37) =$ $= 0,94 \text{ кг}$, Тогда $Q = 0,94 \cdot 10,659 \cdot (1395 - 310) = 10849,4 \text{ кДж}$. Т.к. процесс изохорный, то удельный объем газа не изменяется: $v_2 = V / m = 6 / 0,94 = 6,4 \text{ м}^3/\text{кг}$. Ответ: 1395 К; 6,4 м³/кг; 10849,4 кДж.

	30. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении термического КПД цикла, если при совершении некоторого обратимого цикла в тепловом двигателе к рабочему телу подводится теплота в количестве 420 МДж; при этом двигатель совершает работу 196 МДж. Введите ответ в %.	—	$\eta_t = L_0 / Q_1 = (196 \cdot 10^6) / (410 \cdot 10^6) = 0,468$ (46,8%) Следовательно, в этом цикле в работу переводится 46,8% всей теплоты, получаемой от теплоотдатчика, а остальные 53,2% отводится в холодильник. Ответ: 46,8%.
	31. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении энтропии 100 кг алюминия при 300 °С, считая, что его энтропия при 0 °С равна нулю. Средняя теплоёмкость алюминия c_p в интервале температур от 0 до 300 °С равна 0,955 кДж/(кг·К). Введите ответ в кДж/К.	—	Средняя температура процесса: $T = (273 + (300 + 273)) / 2 = 423$ К. Тогда энтропия равна: $S = Q / T = (m c_p \Delta T) / T = (100 \cdot 0,955 \cdot 300) / 423 = 67,73$ кДж/К. Ответ: 67,73 кДж/К.
	32. <u>Продemonстрируйте умение решать</u> инженерные задачи при определении потока излучением $Q_{\text{л}}$ от стенки площадью поверхности $S = 4 \text{ м}^2$, если её степень черноты $\varepsilon = 0,92$, а температура $t_{\text{см}} = 1200$ °С. Введите ответ в кВт.		$Q_{\text{л}} = \varepsilon C_s S (T/100)^4 = 0,92 \cdot 5,67 \cdot 4 \cdot (1473/100)^4 \approx 982000 \text{ Вт} = 982 \text{ кВт}$. Ответ: 982 кВт.

Индикатор достижения компетенции Знает - 1; Умеет- 2; Опыт деятельности - 3 (владеет/имеет навыки)	Содержание задания	Варианты ответа на вопросы тестовых заданий (для заданий <u>закрытого</u> типа)	Эталон ответа
ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.			
ОПК-1.2.1 Умеет применять методы естественных наук при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	1. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Рейнольдса – Re:	1. $(\omega \cdot l) / \nu$ 2. $(\alpha \cdot l) / \lambda_{\text{ж}}$ 3. $(\alpha \cdot l) / \lambda_{\text{ст}}$ 4. ν / a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / \nu^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / (\nu \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l / a$	1. $(\omega \cdot l) / \nu$

	2. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Био – Bi:	1. $(\omega \cdot l)/v$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. v/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/v^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$	3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$
	3. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите термическое сопротивление цилиндрической стенки:	1. $R_{\lambda} = l / ((\delta/\lambda) \cdot \ln(r_2/r_1))$ 2. $R_{\lambda} = (1/4\pi \lambda) \cdot ((1/r_1) - (1/r_2))$ 3. $R_{\lambda} = (1/2\pi l) \cdot (\ln(d_2/d_1))$	3. $R_{\lambda} = (1/2\pi l) \cdot (\ln(d_2/d_1))$
	4. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: определите плотность теплового потока q для плоской стенки:	1. $q = \alpha \Delta T$ 2. $q = (\lambda/\delta) \Delta T$ 3. $q = k \Delta T$ 4. $q = \Delta T / (\delta/\lambda)$	4. $q = \Delta T / (\delta/\lambda)$
	5. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись граничных условий IV рода при идеальном контакте:	1. $T = f(x, y, z, o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T = f(x, y, o)$ 4. $\alpha(T_1(\tau) - T_2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda_1(\partial T_1/\partial n)n = \lambda_2(\partial T_2/\partial n)n, T_1 = T_2$ 6. $T = f(x, y, z).$	5. $\lambda_1(\partial T_1/\partial n)n = \lambda_2(\partial T_2/\partial n)n, T_1 = T_2$
	6. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите удельное термическое сопротивление плоской стенки:	1. $R_{\lambda} = \delta/\lambda$ 2. $R_{\lambda} = \lambda/\delta$ 3. $R_{\lambda} = 1/\alpha$ 4. $R_{\lambda} = \delta/(\lambda F)$	1. $R_{\lambda} = \delta/\lambda$

7. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите полное термическое сопротивление плоской стенки:	1. $R_{\lambda} = \delta/\lambda$ 2. $R_{\lambda} = \lambda/\delta$ 3. $R_{\lambda} = 1/\alpha$ 4. $R_{\lambda} = \delta/(\lambda F)$	4. $R_{\lambda} = \delta/(\lambda F)$
8. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верные варианты ответов на вопрос: укажите дифференциальные уравнения теплопроводности для нестационарных процессов:	1. $\partial T/\partial \tau = a(\partial^2 T/\partial x^2)$ 2. $\partial T/\partial \tau = a \nabla^2 T$ 3. $\partial^2 T/\partial x^2 = 0$ 4. $\nabla^2 T = 0$	1. $\partial T/\partial \tau = a(\partial^2 T/\partial x^2)$ 2. $\partial T/\partial \tau = a \nabla^2 T$
9. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав дифференциальные уравнения теплопроводности для стационарных процессов:	1. $\partial T/\partial \tau = a(\partial^2 T/\partial x^2)$ 2. $\partial T/\partial \tau = a \nabla^2 T$ 3. $\partial^2 T/\partial x^2 = 0$ 4. $\nabla^2 T = 0$	3. $\partial^2 T/\partial x^2 = 0$ 4. $\nabla^2 T = 0$
10. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Нуссельта – Nu:	1. $(\omega \cdot l)/\nu$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. ν/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/\nu^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(\nu \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$	2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$
11. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Релея – Ra:	1. $(\omega \cdot l)/\nu$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. ν/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/\nu^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(\nu \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$	6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/(\nu \cdot a)$
12. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Прандтля –	1. $(\omega \cdot l)/\nu$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. ν/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3/\nu^2$	4. ν/a

	Pr:	6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / (v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$	
	13. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: чему равен тепловой поток через цилиндрическую стенку:	1. $Q = \frac{\Delta T}{\frac{\delta}{\lambda} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}}$ 2. $Q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{4\pi\lambda} \cdot (\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})}$ 3. $Q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{2\pi\lambda} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}$	3. $Q = \frac{\Delta T}{\frac{1}{2\pi\lambda} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}}$
	14. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: для реализации процесса теплообмена используют:	1. шахтное и распределенное распределение труб; 2. шахматное и координированное распределение труб; 3. шахматное и коридорное расположение труб; 4. шахматное и распределенное расположение труб	3. шахматное и коридорное расположение труб
	15. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Пекле – Pe:	1. $(\omega \cdot l)/v$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. v/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / v^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / (v \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$	7. $\omega \cdot l/a$

	16. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: в законе Стефана-Больцмана лучеиспускательная способность тела E:	1. прямо пропорциональна температуре в четвертой степени; 2. прямо пропорциональна температуре во второй степени; 3. обратно пропорциональна температуре в четвертой степени; 4. обратно пропорциональна температуре во второй степени	. обратно пропорциональна температуре в четвертой степени
	17. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись граничных условий I рода:	1. $T=f(x,y,z,o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T=f(x,y,o)$ 4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1/\partial n)n = \lambda2(\partial T2/\partial n)n$, $T1=T2$ 6. $T=f(x,y,z)$	6. $T=f(x,y,z)$
	18. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись граничных условий II рода:	1. $T=f(x,y,z,o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T=f(x,y,o)$ 4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1/\partial n)n = \lambda2(\partial T2/\partial n)n$, $T1=T2$ 6. $T=f(x,y,z)$	2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$
	19. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись граничных условий III рода:	1. $T=f(x,y,z,o)$ 2. $qn(\tau) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T=f(x,y,o)$ 4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1/\partial n)n = \lambda2(\partial T2/\partial n)n$, $T1=T2$ 6. $T=f(x,y,z)$	4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau)) = -\lambda(\partial T/\partial n)n$

	20. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите математическую запись начальных граничных условий:	1. $T=f(x,y,z,o)$ 2. $qn(\tau)=-\lambda(\partial T/\partial n)n$ 3. $T=f(x,y,o)$ 4. $\alpha(T1(\tau)-T2(\tau))=-\lambda(\partial T/\partial n)n$ 5. $\lambda1(\partial T1/\partial n)n=\lambda2(\partial T2/\partial n)n, T1=T2$ 6. $T=f(x,y,z)$	1. $T=f(x,y,z,o)$ 3. $T=f(x,y,o)$
	21. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите уравнение соответствующее закону Ньютона-Рихмана:	1. $Q=k\Delta TF$ 2. $Q=\alpha\Delta FT$ 3. $Q=\alpha\Delta TF$ 4. $Q=\lambda\Delta TF$	3. $Q=\alpha\Delta TF$
	22. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, дополнив определение, вписав недостающее слово:	Теплообменник, в котором теплоносители разделены стенкой, называется _____	рекуперативный
	23. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: какое из уравнений теплового баланса можно использовать для проверочного расчета рекуперативного теплообменника?	1. $G1(T1'-T1'')= G2(T2''-T2')$ 2. $c1(T1'-T1'')= c2(T2''-T2')$ 3. $G1c1(T1'-T1'')*\eta= G2 c2(T2''-T2')$ 4. $G1c1(T1'-T1'')= G2 c2(T2''-T2')$ где G1 и G2 – расходы теплообменных сред c1 и c2 – теплоемкости сред η – К.П.Д. теплообменника.	3. $G1c1(T1'-T1'')*\eta= G2 c2(T2''-T2')$
	24. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: какую формулу можно использовать для определения площади поверхности рекуперативного	1. $F=Q/k$ 2. $F=Q \cdot k/\Delta T$ 3. $F=Q/(k \cdot \Delta T)$ 4. $F= Q/k(T1-T2)$ где ΔT – температурный напор между средами.	3. $F=Q/(k \cdot \Delta T)$

	теплообменника?		
	25. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: как изменится температура тела, если оно теряет при излучении меньше энергии, чем получает от окружающих тел:	1. повысится 2. понизится 3. не изменится	1. повысится
	26. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: теплообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется теплообмен между:	1. плоскими поверхностями; 2. подвижными средами; 3. твердыми телами; 4. концентрическими поверхностями	2. подвижными средами
	27. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: перенос теплоты в теплообменном аппарате может осуществляться:	1. конвекцией; 2. диффузией; 3. сорбцией; 4. излучением; 5. десорбцией; 6. теплопроводностью; 7. сублимацией;	1. конвекцией; 4. излучением; 6. теплопроводностью
	28. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: массообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется перенос массы при непосредственном контакте:	1. двух твердых тел; 2. нескольких твердых тел; 3. множества твердых тел; 4. подвижных сред; 5. подвижной среды твердого тела; 6. двух коллоидных тел;	3. множества твердых тел; 5. подвижной среды твердого тела

	29. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: целью поверочного теплового расчета рекуперативного теплообменника является определение:	1. конечных температур теплоносителей; 2. массовых расходов теплоносителей; 3. основных размеров теплообменника; 4. площади поверхности теплообмена	1. конечных температур теплоносителей
	30. <u>Продemonстрируйте умение</u> решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием технологических моделей, выбрав верный вариант ответа на вопрос: укажите комплекс, составляющий число Грасгофа – Gr:	1. $(\omega \cdot l)/\nu$ 2. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ж}$ 3. $(\alpha \cdot l)/\lambda_{ст}$ 4. ν/a 5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / \nu^2$ 6. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / (\nu \cdot a)$ 7. $\omega \cdot l/a$	5. $q \cdot \beta \Delta T \cdot l^3 / \nu^2$

Разработчик оценочных материалов, *доцент*
«05» ____12____ 2024 г.

Е.Л. Рыжова