

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Теплотехника»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль) образовательной программы:	Безопасность технологических процессов и производств
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Общенаучных дисциплин
Форма обучения:	Очная, заочная
Курс: 2 (3)3	Семестр: 4 (6)
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Зачёт: 4 (6) семестр	

Лысьва 2024 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана очной формы обучения; 6-го семестра учебного плана заочной формы обучения) и разбито на 2 учебных раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работами зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
Усвоенные знания						
З.1 Знать - базовые математические и физические определения, формулы, соотношения; - основы информационных технологий; - состав, структуру материалов и способы воздействия на их свойства; - тенденции развития техники и технологии в области техносферной безопасности, измерительной техники и информационных технологий.	С1	ТО1		Т1-3		ТВ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
Освоенные умения						
У.1 Уметь - использовать базовые математические и физические методы исследований; - применять техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники.			ОЛР			ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеть навыками - использования математического аппарата и физических закономерностей; - навыками работы с аппаратурой, веществами и материалами для теоретического и экспериментального исследования в теплотехнике.			ОЛР			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ

(индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежного тестирования (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторных работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторных работ проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежное тестирование

Запланированы рубежное тестирование (Т) после освоения студентами учебных разделов дисциплины: первый тест по разделам «Рабочее тело и его параметры», «Первый закон термодинамики», «Второй закон термодинамики»; второй тест по разделам «Теплопроводность и теплопередача», «Конвективный теплообмен», «Теплообмен излучением. Сложный теплообмен».

Критерии оценки следующие:

Тест оценивается по 4-балльной шкале с учетом выполнения тестовых заданий в процентах:

- «отлично» - 81 – 100 %;
- «хорошо» - 66 – 80 %;
- «удовлетворительно» - 51 – 65 %;
- «неудовлетворительно» - 0 – 50 %.

Типовые задания теста 1 по разделам:
 «Рабочее тело и его параметры», «Первый закон термодинамики»,
 «Второй закон термодинамики»

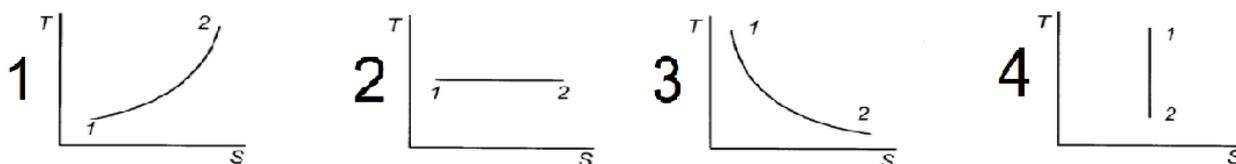
1. Назовите термические параметры состояния

1. масса, плотность, удельный вес
2. давление, удельный объем, температура
3. работа, теплоемкость, теплота
4. молекулярная масса, объем, газовая постоянная

2. Уравнение состояния идеального газа

1. $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$
2. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$
3. $PV = mRT$
4. $L = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$

3. Где изображен изотермический процесс?



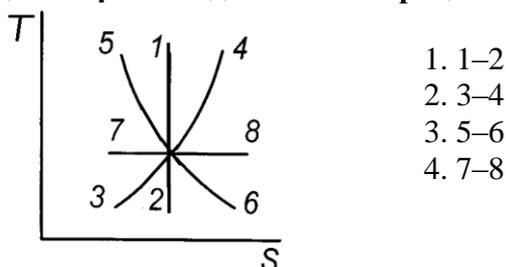
4. Чему равна работа в изохорном процессе?

1. $L = m \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$
2. $L = \frac{m}{\kappa - 1} \cdot (P_1 \cdot V_1 - P_2 \cdot V_2)$
3. $L = m \cdot P \cdot (V_2 - V_1)$
4. $L = 0$

5. Для какого процесса справедливо соотношение $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$

1. изобарный
2. изохорный
3. изотермический
4. адиабатный

6. Где изображен адиабатный процесс?



1. 1–2
2. 3–4
3. 5–6
4. 7–8

7. В изобарном процессе температура газа при расширении:

1. уменьшается
2. остается постоянной
3. увеличивается
4. равна 0

8. Чему равно изменение внутренней энергии в изотермическом процессе?

1. $\Delta U = c_v \cdot (T_2 - T_1)$
2. $\Delta U = 0$
3. $\Delta U = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $\Delta U = c_v \cdot (T_1 - T_2)$

9. Чему равно количество теплоты в адиабатном процессе?

1. $q = c_v \cdot (T_2 - T_1)$
2. $q = 0$
3. $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $q = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$

10. Какое соотношение верно?

1. $\frac{c_p}{c_v} > 1$ 2. $\frac{c_p}{c_v} < 1$ 3. $\frac{c_p}{c_v} = 1$ 4. $\frac{c_p}{c_v} = 0$

11. Чем отличаются массовая c , объемная c' и мольная c_μ теплоемкости?

1. температурой рабочего тела
2. количеством тепла, подводимого к рабочему телу
3. единицей измерения количества рабочего тела
4. параметрами, при которых происходит процесс

12. Способы задания состава газовой смеси:

1. массовыми, объемными, мольными долями
2. по химическому составу компонентов
3. по количеству атомов, входящих в состав смеси компонентов
4. по химической активности компонентов

13. Аналитическое выражение первого закона термодинамики:

1. $PV = m \cdot R \cdot T$
2. $P_1 \cdot V_1^k = P_2 \cdot V_2^k$
3. $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$
4. $q = \Delta U + L$

14. Назовите калорические параметры состояния

1. теплота, работа, теплоёмкость
2. внутренняя энергия, энтальпия, энтропия
3. молекулярная масса, парциальное давление, температура
4. коэффициент Пуассона, показатель политропы, газовая постоянная

15. Какая величина остается постоянной в политропном процессе в идеальном газе?

1. давление 2. температура 3. теплоёмкость 4. объём

16. Чему равен показатель политропы в изобарном процессе?

1. $n = \pm \infty$ 2. $n = 0$ 3. $n = 1$ 4. $n = k$

17. Площадь под кривой процесса в PV-координатах численно равна

1. теплоте 2. энтальпии 3. работе 4. объёму

18. Площадь под кривой процесса в TS-координатах численно равна

1. работе 2. теплоёмкости 3. теплоте 4. температуре

19. Если тепло к газу подводится, то энтропия

1. уменьшается
2. увеличивается
3. остается постоянной
4. зависит от изменения температуры

20. При увеличении объёма газа работа

1. совершается
2. затрачивается
3. остается постоянной
4. зависит от давления

**Типовые задания теста 2 по разделам:
«Теплопроводность и теплопередача», «Конвективный теплообмен»,
«Теплообмен излучением. Сложный теплообмен»**

1. Явление теплопроводности имеет место при наличии градиента
1) концентрации; 2) температуры; 3) давления; 4) электрического заряда; 5) плотности.
2. Явление теплопроводности характеризует перенос...
1) энергии; 2) массы; 3) импульса направленного движения; 4) электрического заряда;
5) температуры.
3. Правильная размерность удельной теплоемкости имеет вид
1) Вт/(моль·К); 2) Дж/(м²·К); 3) Дж/(моль·К); 4) Вт/(кг·К); 5) Дж/моль.
4. Коэффициент теплопроводности λ имеет размерность
1) Вт/(м²·К); 2) Вт/м²; 3) Дж/(м·К); 4) Вт/(м·К); 5) Дж/(м²·К).
5. Явление диффузии характеризует перенос...
1) энергии; 2) массы; 3) импульса направленного движения; 4) заряда; 5) температуры.
6. Явление диффузии имеет место при наличии градиента...
1) концентрации; 2) плотности; 3) давления; 4) скорости слоев жидкости или газа;
5) температуры.
7. Коэффициент теплоотдачи α имеет размерность
1) Вт/(м²·К); 2) Вт/м²; 3) Дж/(м·К); 4) Вт/(м·К); 5) Дж/(м²·К).
8. При решении краевой задачи теплопроводности граничные условия 1-го рода имеют вид
1) $-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha (T_n - T_c)$; 2) $q_n = f(x_n, \tau)$; 3) $T_n = f(x_n, \tau)$; 4) $-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}$;
5) $T(x, 0) = f(x)$.
9. При решении краевой задачи теплопроводности граничные условия 2-го рода имеют вид
1) $-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha (T_n - T_c)$; 2) $q_n = f(x_n, \tau)$; 3) $T_n = f(x_n, \tau)$; 4) $-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}$;
5) $T(x, 0) = f(x)$.
10. При решении краевой задачи теплопроводности граничные условия 3-го рода имеют вид
1) $-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha (T_n - T_c)$; 2) $q_n = f(x_n, \tau)$; 3) $T_n = f(x_n, \tau)$; 4) $-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}$;
5) $T(x, 0) = f(x)$.
11. При решении краевой задачи теплопроводности граничные условия 4-го рода имеют вид
1) $-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha (T_n - T_c)$; 2) $q_n = f(x_n, \tau)$; 3) $T_n = f(x_n, \tau)$; 4) $-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}$;
5) $T(x, 0) = f(x)$.

12. Число Фурье $Fo = a\tau/\delta^2$ характеризует ...

- 1) отношение температурного перепада к температурному напору;
- 2) безразмерную скорость нагрева, охлаждения тела;
- 3) безразмерное время процесса теплопроводности;
- 4) отношение толщин динамического и температурного пограничных слоев;
- 5) безразмерную координату.

13. Число Био $Bi = al/\lambda$ характеризует ...

- 1) отношение температурного перепада к температурному напору;
- 2) безразмерную скорость нагрева, охлаждения тела;
- 3) безразмерное время процесса теплопроводности;
- 4) отношение толщин динамического и температурного пограничных слоев;
- 5) безразмерную координату.

14. Явление внутреннего трения имеет место при наличии градиента ...

- 1) концентрации;
- 2) температуры;
- 3) давления;
- 4) скорости слоев жидкости или газа;
- 5) плотности.

15. При одномерном течении теплоносителя плотностью ρ со скоростью u в канале сечением f уравнение неразрывности имеет вид

- 1) $\rho/(uf) = \text{const}$;
- 2) $\rho u / f = \text{const}$;
- 3) $uf / \rho = \text{const}$;
- 4) $\rho u^2 / f = \text{const}$;
- 5) $\rho uf = \text{const}$.

16. Спектральная плотность энергетической светимости тела имеет размерность

- 1) Вт;
- 2) Вт/м²;
- 3) Вт/м³;
- 4) Дж/м²;
- 5) Дж/м³.

17. Правильный вид закона теплового излучения Стефана-Больцмана ...

- 1) $R_e = \sigma/T^4$;
- 2) $R_e = \sigma T$;
- 3) $R_e = \sigma T^2$;
- 4) $R_e = \sigma T^3$;
- 5) $R_e = \sigma T^4$.

18. Правильный вид закона теплового излучения Вина ...

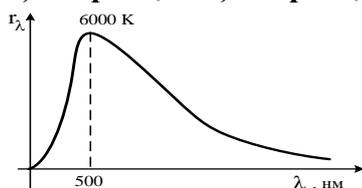
- 1) $\lambda_{\text{max}} / T = b$;
- 2) $\lambda_{\text{max}} \cdot T = b$;
- 3) $R_e = \sigma T^4$;
- 4) $R_{\lambda,T} / A_{\lambda,T} = r_{\lambda,T}$;
- 5) $\lambda_{\text{max}} \cdot T^2 = b$.

19. Максимум спектральной плотности энергетической светимости тела человека ($t = 37^\circ\text{C}$, $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$) приходится на длину волны λ , равную

- 1) 9,4 мкм;
- 2) 78 мкм;
- 3) 78 мм;
- 4) 34 мм;
- 5) 94 мкм.

20. На рисунке показана кривая зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при $T = 6000 \text{ К}$. Если температуру тела уменьшить в 2 раза, то энергетическая светимость абсолютно черного тела уменьшится ...

- 1) в 2 раза;
- 2) в 4 раза;
- 3) в 8 раз;
- 4) в 16 раз;
- 5) в 32 раза.



Правильные ответы

Тест 1			Тест 2	
1	2		1	2
2	3		2	1
3	2		3	3
4	2		4	1
5	2		5	2
6	1		6	1
7	3		7	1
8	2		8	3
9	2		9	2
10	1		10	3
11	3		11	1
12	1		12	1
13	4		13	4
14	2		14	4
15	3		15	5
16	2		16	2
17	3		17	5
18	3		18	2
19	2		19	1
20	1		20	4

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с

проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Термодинамическая система. Параметры состояния и единицы их измерения.
2. Идеальный газ, уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная и её физический смысл.
3. Теплоемкость рабочего тела. Смеси рабочих тел, способы задания, определение газовой постоянной и молярной массы смеси.
4. Энергетические характеристики термодинамических систем: теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия.
5. Политропные процессы, их исследование и графическое изображение на рабочей и тепловой диаграммах. Энергетические характеристики политропных процессов.
6. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.
7. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики для анализа политропных процессов.
8. Сущность второго закона термодинамики и его различные формулировки (Клаузиуса, Томсона, Больцмана, Стирлинга).
9. Энтропия - параметр состояния, ее физический смысл, изменение в процессах. Изменение энтропии в термодинамических процессах.
10. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение, их сравнительный анализ. Теплоотдача и теплопередача.
11. Тепловой поток, плотность теплового потока. Температурное поле, температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
12. Условия однозначности: геометрические, теплофизические, краевые. Тепловые граничные условия.
13. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях первого и третьего рода. Тепловая изоляция.
14. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режим течения.
15. Основы теории подобия. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободном и вынужденном движении среды.
16. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах.
17. Физическая сущность лучистого теплообмена, виды потоков излучения и радиационные характеристики тел.

18. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа).

19. Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Защита от теплового излучения.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь и владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится в режиме «зачтено» и «не зачтено».

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в форме зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.