

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

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

Направление подготовки:	20.03.02 Metallurgy
Направленность (профиль) образовательной программы:	Обработка металлов и сплавов давлением
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Технических дисциплин
Форма обучения:	Очная, очно-заочная, заочная
Курс: 2	Семестр: 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Зачёт: 3 семестр	

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 (3-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, 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 работам и 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
	ТО	Т	ОЛР	КР	Зачет
Усвоенные знания					
3.1 основные законы преобразования энергии, термодинамики, тепломассобмена при движении газов в печи	ТО1	Т1			ТВ
3.2 основные положения о топливе, теплофизических свойствах огнеупорных материалов, принципы работы и конструкции металлургических печей	ТО2	Т2			ТВ
Освоенные умения					
У.1 рассчитывать процессы теплотребления и тепловые потери в печи с составлением теплового баланса, потери напора при движении дымовых газов в газоходной системе			ОЛР5-8		ПЗ
У.2 рассчитывать основные параметры горения топлива			ОЛР5-8	КР	ПЗ
У.3 подбирать огнеупорные и теплоизоляционные материалы конкретной технологической печи				КР	ПЗ
Освоенные владения					
В.1 алгоритмом решения задач тепломассообмена			ОЛР1-4	КР	ПЗ
В.2 навыками оценки эффективности и экологической безопасности методов утилизации тепла и отходов топливосжигающих устройств в			ОЛР8,9		ПЗ

ТО – 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 бланчного 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 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 тестирования (после изучения каждого раздела дисциплины), защиты лабораторных работ и рубежной контрольной работы.

2.2.1 Рубежное тестирование

Типовые задания тестирования:

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) $q_n = f(\varphi_n, \tau)$; 3) $T_n = f(\varphi_n, \tau)$; 4) $-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}$; 5) $T(\varphi, 0) = f(\varphi)$.

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) $q_n = f(\varphi_n, \tau)$; 3) $T_n = f(\varphi_n, \tau)$; 4) $-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}$; 5) $T(\varphi, 0) = f(\varphi)$.

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) $q_n = f(\varphi_n, \tau)$; 3) $T_n = f(\varphi_n, \tau)$; 4) $-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}$; 5) $T(\varphi, 0) = f(\varphi)$.

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) $q_n = f(\alpha_n, \tau)$; 3) $T_n = f(\alpha_n, \tau)$; 4) $-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}$;
 5) $T(0) = f(\alpha)$.

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 ...

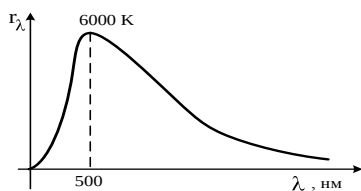
- 1) $\lambda_{\max} / T = b$; 2) $\lambda_{\max} \cdot T = b$; 3) $R_e = \sigma T^4$; 4) $R_{\lambda, T} / A_{\lambda, T} = r_{\lambda, T}$; 5) $\lambda_{\max} \cdot T^2 = b$.

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.



Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2 Защита лабораторных работ

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

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

2.2.3 Рубежная контрольная работа

Запланирована 1 рубежная контрольная работа (КР) после освоения студентами учебных разделов дисциплины.

Защита контрольной работы проводится индивидуально каждым студентом.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые задания КР:

Расчет горения каменноугольной пыли

Исходные данные:

Каменный уголь (наименование месторождения, район и марку выбираем из таблицы по номеру варианта, указанному преподавателем) сжигается в доменной печи. Определить теплоту сгорания, расход воздуха, состав и количество продуктов горения, теплосодержание продуктов горения, и теоретическую температуру горения.

Коэффициент расхода воздуха принять $\alpha = 1,2$.

Характеристики твердых топлив [1]

Наименование месторождения и район	Марка	Влага, W^p , %	Зола, A^c , %	Состав горючей массы, % (по массе)				
				$S^f_{\text{общ}}$	C^f	H^f	N^f	O^f
Донецкий бассейн	Д	13,0	19,6	5,9	75,0	5,5	1,5	12,0
	Г	8,0	16,0	4,3	80,5	5,4	1,5	8,3
	Т	4,5	16,0	2,2	90,0	4,2	1,5	2,1
	АК	4,0	6,0	1,9	94,0	1,8	1,0	1,3
	АС	5,0	14,0	2,0	93,5	1,8	1,0	1,7
Кузнецкий бассейн:								
Кемеровское	ПС	9,0	16,0	0,7	86,0	5,0	2,0	6,3
	Т	8,0	16,0	0,7	90,5	4,3	2,0	2,5
Ленинское	Д	10,0	5,5	0,5	79,0	5,5	2,4	12,6
	Г	8,5	11,0	0,7	83,0	5,8	2,7	7,8
Араличевское	Т	7,0	16,0	0,7	89,0	4,1	2,0	4,2
Карагандинский бассейн	ПС	7,5	27,0	1,2	85,0	5,1	1,4	7,3
Подмосковный бассейн	Б	32,5	35,0	5,9	67,0	5,0	1,3	20,8
Печерский бассейн:								
Воркутинское	ГДЖ	8,0	23,0	1,3	85,0	5,3	2,2	6,2
Интинское	Д	11,0	28,0	3,9	75,0	5,0	2,0	14,1
Канско-Ачинский:								
Назаровское	Б	39,0	12,0	0,8	70,0	4,8	0,8	23,6
Уральский бассейн:								
Богословское	Б	29,0	20,0	0,6	70,0	4,5	1,3	23,6
Буланашское	Г	11,0	24,0	1,3	80,5	5,5	1,5	11,2
Челябинское	Б	17,0	32,0	2,1	72,0	5,2	1,7	19,0
Иркутская область:								
Черемховское	Д	12,0	17,0	1,4	78,0	5,7	1,6	13,3
Читинская область:								
Тарбагатайское	Б	25,0	15,0	1,5	74,0	5,1	1,3	18,1
Черновское	Б	33,0	11,0	0,8	75,0	5,0	1,3	17,9
Букачачинское	Г	8,0	10,0	0,7	82,0	5,5	1,1	10,7

2.4. 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.

2.4.1. 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.

2.4.2. 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 освоенных умений и комплексные задания (КЗ) 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.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Промышленные печи и их классификация. Температурный и тепловой режимы работы печи. Коэффициент полезного теплоиспользования. Коэффициент использования топлива.
2. Производительность печей. Тепловой баланс проектируемой печи и расход топлива.
3. Внешний и внутренний теплообмен при нагреве твердых материалов в печах-теплообменниках.
4. Внешний и внутренний теплообмен при фазовых превращениях в материалах.
5. Тепломассоперенос при сушке сыпучих материалов, сырых огнеупорных изделий и т.п. Плотность потока влаги внутри и с поверхности высушиваемого материала.
6. Основные расчетные соотношения конвективного, радиационного теплообмена и теплообмена теплопроводностью.
7. Основы расчета нагрева металла в печах, определение времени нагрева и расплавления, расчет температурных полей.
8. Тепловая работа топливных печей, особенности тепловой работы электрических печей и автогенных установок.
9. Радиационные режимы работы печей-теплообменников.
10. Конвективные режимы работы печей-теплообменников.
11. Массообменный режим работы печей.
12. Классификация топлива. Состав твердого, жидкого и газообразного топлива.
13. Теплота сгорания топлива. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Формула Д.И. Менделеева для твердого и жидкого топлива. Теплота сгорания газообразного топлива.
14. Характеристика энергетического топлива и процессов горения.
15. Расчеты горения топлива. Материальный баланс горения топлива. Температуры горения топлива.
16. Общие сведения о топливосжигающих устройствах, классификация топливосжигающих устройств.
17. Классификация преобразователей электрической энергии в тепловую энергию. Нагреватели сопротивления.
18. Теплогенерация за счет окисления неорганических веществ.

19. Экологические аспекты использования теплоты. Вредные вещества, выделяемые при сжигании топлива.
20. Классификация и общие свойства огнеупорных материалов.
21. Физические свойства огнеупоров: пористость, удельная теплоёмкость, теплопроводность, электропроводность, коэффициент теплового расширения.
22. Рабочие свойства огнеупорных материалов: огнеупорность, термостойкость, химическая стойкость, газопроницаемость.
23. Характеристика огнеупорных материалов, применяемых в цветной металлургии.
24. Теплоизоляционные материалы, их основные рабочие характеристики.
25. Теплотехнические основы методов утилизации тепла отходящих газов.
26. Сравнительная оценка различных методов утилизации тепла отходящих газов. (С)
27. Классификация печей по принципу теплогенерации.
28. Классификация печей по технологическому назначению и конструктивным признакам.

2.2.1.2. Типовые задания для контроля приобретенных умений и владений:

1. Трубопровод с внешним диаметром $d_2=15$ мм необходимо покрыть тепловой изоляцией. Целесообразно ли использовать в качестве изоляции асбест, коэффициент теплопроводности которого $\lambda_{из}=0,1$ Вт/(м·К). Коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности изоляции в окружающую среду $\alpha_2=8$ Вт/(м²·К).
2. Определить коэффициент теплоотдачи и количество переданной теплоты при течении воды в горизонтальной трубе диаметром $d = 8$ мм и длиной $l = 6$ м, если скорость $u = 0,1$ м/с, температура воды $t_{пот} = 80^\circ\text{C}$, температура стенки трубы $t_{ст} = 20^\circ\text{C}$.
3. Определить, во сколько раз уменьшается поток энергии излучения, если между серыми пластинами ($\varepsilon_1=\varepsilon_2=\varepsilon=0,8$) установлен экран с более высокой отражающей способностью ($\varepsilon_3=0,2$).
4. Определить средний коэффициент теплоотдачи конвекцией от поперечного потока дымовых газов состава $H_2O\sim 11\%$; $CO_2\sim 13\%$ и $N_2\sim 76\%$ к стенкам восьмьюрядного пучка труб. Трубы диаметром $d = 60$ мм. Средняя скорость потока газов в самом узком сечении пучка $u = 10$ м/с. Температура газов перед пучком $t_{пот1}=1473$ К, за пучком $t_{пот2}=1073$ К. Давление пара внутри труб 100 бар и температура поверхностей труб $t_{ст}=584$ К. Расчет провести для коридорного и шахматного расположения труб в пучке.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

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

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта для компонентов *знать, уметь* приведены в общей части ФОС бакалаврской

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 виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.