

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.05.2026 01:04:45
Уникальный программный ключ:
891934b8c2cf7b6750abc51cdd32096e87761f7



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1	стр. 1 из 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № ____
----------------------	-------------	------------------------	--------------

**Фонд оценочных средств
для промежуточной аттестации**

по дисциплине

Математическое моделирование процессов теплового переноса

Направление подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
***Методы математического моделирования
в ракетно-космической технике***

Присваиваемая квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Миасс 2026 г.

01.04.02 Прикладная математика и информатика, Методы математического моделирования в ракетно-космической технике, Математическое моделирование процессов теплового переноса, 2026, очная

Фонд оценочных средств одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом Миасского филиала ФГБОУ ВО "ЧелГУ"

Протокол заседания № 8 от 24.02.2026

Председатель Ученого совета
Миасского филиала ФГБОУ ВО
"ЧелГУ"

согласовано

Т.В. Малькова

Заседанием кафедры прикладной математики

Протокол заседания № 6 от 30.01.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.В. Дутикова

Автор (составитель)

Г.Ф. Костин

Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 3 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Профиль: Методы математического моделирования в РКТ

Дисциплина: Математическое моделирование процессов теплового переноса

Семестр изучения: 3

Форма промежуточной аттестации: зачет

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Математическое моделирование процессов теплового переноса» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2		3
ПК-2	Способен к расчету тепловых режимов изделий РКТ.	ПК-2.1 Знает методы математического моделирования тепловых процессов, основы теории теплопередачи; ПК-2.2 Демонстрирует умение производить необходимые расчеты и обоснования, принятые при разработке	<i>Знать</i> подходы использования современных методов для решения научных и практических задач, принципы выбора методов и средств изучения математических моделей процессов теплового переноса. <i>Уметь</i> использовать современные теории прикладной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач, осуществлять



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 4 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		технических решений по определению теплового режима; ПК-2.3 Имеет практический опыт применения специального программного обеспечения при проведении тепловых расчетов.	концептуальный анализ и формирование онтологического базиса при решении научных и прикладных задач в области математического моделирования процессов теплового переноса. <i>Владеть</i> методами исследования математического моделирования процессов теплового переноса и составление моделей на языке предметной области, математическими методами исследования математической модели, навыками использования методов математического, имитационного и информационного моделирования для решения научных и прикладных задач, научными методами изучения вопросов теплового переноса и технологиями, применяемыми при решении практических задач теплопроводности.
--	--	---	--

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№п/п	Контролируемые темы/ разделы	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	Раздел 1. Основные понятия теории теплопередачи	ПК-2 <i>знать</i> основные понятия теории теплопередачи, тепловой поток, поле температур, изотермические линии и поверхности, градиент температуры;	Контрольная работа №1	Вопросы к зачету



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 5 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		<p><i>уметь</i> решать задачи на получение безразмерных критериальных зависимостей для коэффициента теплоотдачи на примере плоского ламинарного пограничного слоя, на критерии подобия Прандтля, Нуссельта, Рейнольдса; <i>владеть</i> навыками исследования вопросов теплового переноса.</p>		
		<p>ПК-2 <i>знать</i> классификацию граничных условий: первый, второй, третий, четвертый род, особенности граничного условия первого рода, граничные условия при наличии на границе области слоя с бесконечной теплопроводностью, типы тепловых режимов и применяемые критерии и параметры, установившийся, не установившийся, иррегулярный, регулярный, квазиустановившийся тепловые режимы, регулярный режим первого и второго рода. число Фурье, критерий Био; <i>уметь</i> решать краевую задачу теплопроводности, задавать граничные условия, тепловой режим, вычислять число Фурье и использовать критерий Био; <i>владеть</i> навыками исследования математических моделей теплового процесса.</p>		
	<p>Раздел 2. Некоторые подходы к упрощению постановок задач теплопроводности</p>	<p>ПК-2 <i>знать</i> некоторые подходы к упрощению постановок задач теплопроводности, принцип суперпозиции; <i>уметь</i> упрощать геометрические параметры, начальные и граничные условия, принимать средние значения теплофизических характеристик, использовать эквивалентные замены граничных условий второго и третьего родов, при степенных законах от времени для температурных источников на границе и для источников заданной интенсивности, рассчитывать тепловые режимы с использованием принципов простой и сложной суперпозиции; <i>владеть</i> навыками применения подходов для упрощения постановки задачи теплопроводности.</p>	<p>Контрольная работа №2</p>	<p>Вопросы к зачету</p>
		<p>ПК-2 <i>знать</i> принципы эквивалентности и</p>		<p>Вопросы к зачету</p>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 6 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		взаимности, принципы взаимности при действии источника тепла в полуограниченном теле, в неограниченной пластине, покрытой слоем турбулизованной жидкости; <i>уметь</i> при решении задач использовать эквивалентные замены граничных условий второго и третьего родов, при степенных законах от времени для температурных источников на границе и для источников заданной интенсивности при решении задач; <i>владеть</i> навыками решения задач эквивалентности и взаимности.		
	Раздел 3. Решение сложных задач с использованием метода физических принципов	ПК-2 <i>знать</i> метод физических принципов (симметрии, суперпозиции, эквивалентности и взаимности); <i>уметь</i> решать задачи для полуограниченного тела: два температурных «зуба», заглубленный под поверхность температурный «зуб», задачи при неодинаковых по типу и по величине источниках тепла на различных участках граничной поверхности, задачи при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела с граничными условиями первого и второго рода; <i>владеть</i> навыками решения задач с использованием метода физических принципов.	Контрольная работа №3	Вопросы к зачету
		ПК-2 <i>знать</i> как формулируются задачи с переменными по объему и времени источниками тепла; <i>уметь</i> решать задачи для тел сложной геометрии (тела, ограниченные взаимно перпендикулярными и параллельными поверхностями при граничных условиях первого, второго и третьего родов); <i>владеть</i> навыками решения задач сложной геометрии.		Вопросы к зачету

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 7 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

3.2 Порядок проведения текущей аттестации и содержание оценочных средств

Текущая аттестация проводится в форме контрольных работ.

Оценочные средства для текущей аттестации представлены примерами задач для контрольных работ.

Контрольная работа № 1

1 вариант	2 вариант
<p>Стены сушильной камеры выполнены из слоя кирпича толщиной $\delta_1 \delta_1 = 250$ мм и теплоизоляционного слоя из строительного войлока поверх него толщиной 50 мм. Температура на внутренней поверхности стены $t_1 = 110$ °С, на наружной поверхности войлока $t_3 = 15$ °С. Коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda \lambda = 0.7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ и строительного войлока $\lambda \lambda = 0.0465 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$. Вычислить тепловые потери через 1 м^2 стенки камеры и температуру t_2 в плоскости соприкосновения слоев.</p> <p>Ответ: Потери $q_{\text{пот}} = 66,32 \text{ Вт}/\text{м}^2$ $q_{\text{пот}} = 66,32 \text{ Вт}/\text{м}^2$; $t_2 = 86,3^\circ\text{C}$.</p>	<p>В приборе для определения коэффициента теплопроводности материалов между горячей $t_1 = 190^\circ\text{C}$ и холодной $t_4 = 40^\circ\text{C}$ поверхностями расположен образец диаметром 150 мм, толщиной 20 мм. Тепловой поток через образец постоянен и равен 85 Вт. Вследствие плохой пригонки между холодной и горячей поверхностями и образцом образовались воздушные зазоры толщиной 0.1 мм. Вычислить относительную ошибку в определении коэффициента теплопроводности $\lambda \lambda$, если при обработке результатов не учитывать образовавшихся зазоров. Коэффициенты теплопроводности воздуха в зазорах отнести к температурам соответствующих поверхностей: $\lambda_{\text{в1}} = 3.85 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, $\lambda_{\text{в4}} = 2.6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ $\lambda_{\text{в1}} = 3.85 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, $\lambda_{\text{в4}} = 2.6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$</p> <p>Ответ: Погрешность $\frac{\Delta \lambda}{\lambda} \cdot 100\% \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \cdot 100\% =$</p>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 8 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

20,67%.

Контрольная работа № 2

1 вариант	2 вариант
<p>Паропровод диаметром $d_2/d_1 = 160\text{мм}/150\text{мм}$ покрыт слоем изоляции толщиной $\delta_{\text{из}} = 100\text{мм}$, поверхность которого намотаны по одному тонкому слою рубероида и высокотеплопроводной фольги со степенью черноты поверхности соответственно $\varepsilon = 0.8$ и $\varepsilon = 0.2$. Теплопроводность стенки трубы $\lambda_1 = 15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ и изоляции $\lambda_2 = 0.08 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, температура на внутренней поверхности паропровода $t_1 = 400^\circ\text{C}$, температура воздуха вне паропровода $t_4 = 0^\circ\text{C}$, коэффициент суммарной конвективно-лучистой теплоотдачи с поверхности паропровода $\alpha_{\Sigma} = \alpha_{\text{к}} + \alpha_{\text{луч}} = 8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$ при наличии фольги. На части длины паропровода фольга была содрана. Найти тепловые потери Q с 1м паропровода на не поврежденном и оценить потери на поврежденном участке, температур t_3 на поверхности паропровода и t_2 на границе соприкосновения паропровода и изоляции. Тепловым сопротивлением слоев рубероида и фольги пренебречь.</p> <p>Ответ.. $t_2 = 393,8^\circ\text{C}$; $t_3 = 54,6^\circ\text{C}$; при $\varepsilon = 0.2$ $Q = 357,2$ Вт;</p>	<p>Вычислить температуру $t_{\text{в}}$ пароводяной смеси в котле со стенкой, разделяющей горячий газ и пароводяную смесь, толщиной 6 мм, если коэффициент теплопроводности материала стенки $\lambda = 11.6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, плотность теплового потока с 1м^2 поверхности стенки должна быть в пределах $q_{\text{п}} = 595 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$, коэффициент теплоотдачи от пароводяной смеси к стенке $\alpha_2 = 3200 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$, от газа к стенке $\alpha_1 = 467 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$. Температура газа $t_1 = 2000^\circ\text{C}$. Определить температуру на поверхностях стенки t_1, t_2.</p> <p>Ответ. $t_1 = 725,9^\circ\text{C}$; $t_2 = 418,1^\circ\text{C}$; $t_{\text{в}} = 232,2^\circ\text{C}$.</p>



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 9 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

при $\varepsilon = 0.8\varepsilon = 0.8Q = 381,9 \text{ Вт}$.

Контрольная работа № 3

1 вариант	2 вариант
<p>Задача 1. Определить тепловой поток Q через кирпичную стенку помещения площадью 83 м^2 толщиной $\delta_1 = 35 \text{ см}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_1 = 0.8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$. Стена внутри имеет слой тепловой изоляции толщиной $\delta_2 = 10 \text{ см}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2 = 0.08 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$. Температура воздуха внутри помещения $t_{ж1} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стенки $\alpha_1 = 12 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$, температура наружного воздуха $t_{ж2} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой воздухом, $\alpha_2 = 20 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$. Вычислить также температуры на поверхностях стенки t_1, t_4 и изолятора t_2, t_3 (нумерация от внутренней поверхности) при его расположении в середине стенки.</p> <p>Ответ. $Q = 566,1 \text{ Вт}$; $t_1 = 18,0 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_4 = -18,8 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_2 = 14,3 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_3 = -15,2 \text{ }^\circ\text{C}$.</p>	<p>Задача 1. Рассчитать коэффициент теплоотдачи α_k, средний коэффициент теплоотдачи $\alpha_{ср}$ и тепловой поток Q от стенки трубы подогревателя воды на длине трубы 2 м при ее продольном обтекании. Диаметр трубы 16 мм, скорость течения воды $u = 0.995 \text{ м/с}$, средняя температура воды, омывающей трубу, $t_{ср} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$, температура стенки трубы $t_{тр} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$. Теплофизические свойства воды при температуре $40 \text{ }^\circ\text{C}$: теплоемкость $C_p = 1.0 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$, теплопроводность $\lambda_{ж} = 0.634 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, кинематическая вязкость $\nu_{ж} = 0.659 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Число Прандтля и плотность воды принять постоянными. Считать, что режим течения в пограничном слое ламинарный.</p> <p>Ответ: $\alpha_k = 185 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$; $\alpha_{ср} = 370 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$; $Q = 2230,7 \text{ Вт}$.</p>
<p>Задача 2. Для отопления помещения используют встроенные в бетонную стену плоские тепловые приборы</p>	<p>Задача 2. Дно полусферического толстостенного котелка диаметром $d_2/d_1 = 160 \text{ мм}/150 \text{ мм}$ покрыто слоем</p>



общей толщиной $\delta_{\text{п}}\delta_{\text{п}} = 20$ мм с водяным теплоносителем. Со стороны наружной поверхности тепловой прибор теплоизолирован слоем строительного войлока толщиной $\delta_{\text{в}}\delta_{\text{в}} = 50$ мм. Общая толщина стенки с тепловым прибором и слоем строительного войлока составляет $\delta_{\text{ст}}\delta_{\text{ст}} = 300$ мм. Температура поверхности теплового прибора 85 °С, внутренней поверхности стенки 25 °С, наружной поверхности - 24 °С. Коэффициент теплопроводности войлока $\lambda_{\text{в}}\lambda_{\text{в}} = 0.0465 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, бетона $\lambda_{\text{б}}\lambda_{\text{б}} = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$. Определить удельные тепловые потери $q_{\text{пот}}q_{\text{пот}}$ во внешнюю среду и полезный удельный тепловой поток $q_{\text{пол}}q_{\text{пол}}$ внутрь помещения при расположении теплового прибора на различной глубине $\delta\delta$: $\delta\delta = 50$ мм, 100 мм, 150 мм.

Ответ: при $\delta\delta = 50$ мм $q_{\text{пот}}q_{\text{пот}} = 86,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$,
 $q_{\text{пол}}q_{\text{пол}} = 1200 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$;

при $\delta\delta = 100$ мм $q_{\text{пот}}q_{\text{пот}} = 90,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $q_{\text{пол}}q_{\text{пол}} = 600 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$;

при $\delta\delta = 150$ мм $q_{\text{пот}}q_{\text{пот}} = 94,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, $q_{\text{пол}}q_{\text{пол}} = 400 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$

накипи толщиной $\delta_{\text{из}}\delta_{\text{из}} = 5$ мм. Теплопроводность стенки котелка $\lambda_1 = 50 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ и накипи $\lambda_2 = 0.15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, температура на внутренней поверхности котелка $t_1 = 100$ °С и на наружной поверхности $t_3 = 500$ °С. Найти тепловые потери (тепловой поток Q), затрачиваемые на поддержание температуры на внутренней поверхности $t_1 = 100$ °С и температуру на границе соприкосновения материала котелка и накипи t_2 .

Ответ: $Q = 1295,4 \text{ Вт}$; $t_2 = 498,8$ °С.

3.3 Критерии оценивания контрольной работы

«Отлично»

Магистрант легко ориентируется в содержании учебного материала, свободно пользуется понятийным аппаратом, обладает умением связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения, знает и



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 11 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

правильно применяет формулы, решение задачи записано понятно, аккуратно, последовательно, записан правильный ответ.

«Хорошо»

Магистрант демонстрирует полное освоение теоретического материала, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает свою позицию, знает и применяет формулы, но допускает небольшие неточности, решение задачи записано, но не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты, записан правильный ответ.

«Удовлетворительно»

Магистрант демонстрирует неполное освоение теоретического материала, плохо владеет понятийным аппаратом, плохо ориентируется в изученном материале, неуверенно излагает свою позицию, знает отдельные формулы, но допускает значительные неточности в их применении, решение задачи записано неверно, не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты, записан правильный ответ.

«Неудовлетворительно»

Магистрант имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач, решение задачи записано неверно либо отсутствует, записан неправильный ответ либо не записан ответ.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в два этапа.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 12 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

На первом этапе студент отвечает письменно на три вопроса из выбранного случайным образом билета. Во время выполнения можно использовать справочные материалы. Время выполнения – 40 минут.

На втором этапе студент отвечает устно на вопросы из билета. Продолжительность – 10 минут.

Оценочные средства для промежуточной аттестации представлены базой вопросов к зачету.

4.1 База вопросов к зачёту

№п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов/ правильный ответ/план ответа	Код контроли- руемой компетенции
<i>Раздел 1 Основные понятия теории теплопередачи</i>			
1	Поле температуры. Градиент температуры. Изотермические линии и поверхности. Тепловой поток.	В ответе должны содержаться следующие определения: поле температуры, градиент, тепловой поток. Схематично должны быть показаны изотермические линии и поверхности.	ПК-2
2	Способы передачи теплоты. Передача теплоты теплопроводностью. Коэффициент теплопроводности для различных веществ: газы, жидкости, твердые неметаллические материалы, металлы.	Ответ должен содержать классификацию способов передачи теплоты. Дано разъяснение как осуществляется передача теплоты посредством теплопроводности. Должны быть приведены коэффициенты теплопроводности для различных веществ и указаны их характерные особенности.	ПК-2
3	Передача теплоты теплопроводностью через плоскую однослойную и многослойную стенки в стационарном режиме. Тепловая проводимость и тепловое сопротивление стенки.	Ответ должен содержать следующие определения: тепловая проводимость, тепловое сопротивление стенки. Должно быть приведено разъяснение как осуществляется передача теплоты посредством теплопроводности через плоскую однослойную и многослойную стенки в стационарном режиме.	ПК-2
4	Передача теплоты	Ответ должен содержать	ПК-2



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 13 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	теплопроводностью через цилиндрическую и шаровую однослойные и многослойные стенки в стационарном режиме.	разъяснение как осуществляется передача теплоты посредством теплопроводности через цилиндрическую и шаровую однослойные и многослойные стенки в стационарном режиме.	
5	Передача теплоты конвекцией. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Температурное сопротивление пограничного слоя.	Ответ должен содержать определение температурного сопротивления пограничного слоя. Должно быть приведено разъяснение, что такое конвекция, каким образом осуществляется передача теплоты с помощью неё. Должна быть показана разница между свободной и вынужденной конвекцией.	ПК-2
6	Передача теплоты излучением. Абсолютно черное, абсолютно белое, абсолютно прозрачное тела. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты тел.	В ответе должны быть приведены следующие определения: абсолютно черное, абсолютно белое, абсолютно прозрачное тела, степень черноты тел. Должно быть приведено разъяснение, что такое излучение, каким образом осуществляется передача теплоты с помощью него. Должен быть записан закон Стефана-Больцмана.	ПК-2
7	Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Приведенная степень черноты системы тел.	Должно быть приведено разъяснение, каким образом осуществляется теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Должны быть представлены определение и формула нахождения приведенной степени черноты системы тел.	ПК-2
8	Вывод уравнения теплопроводности. Условия однозначности.	Ответ должен содержать подробный вывод уравнения теплопроводности. Должно быть приведено разъяснение для чего нужны условия однозначности и каким образом их выделять из	ПК-2



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 14 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		множества возможных вариантов.	
9	Классификация граничных условий. Особенность граничного условия первого рода.	Ответ должен содержать классификацию граничных условий. Должно быть приведено разъяснение, в чем заключается особенность граничного условия первого рода.	ПК-2
10	Число Фурье. Критерий Био. Безразмерные координаты. Виды параметров температуры.	Ответ должен содержать классификацию видов параметров температуры. Должно быть приведено определение безразмерных координат. Должны быть записаны формулы нахождения чисел Био и Фурье.	ПК-2
11	Сведение сложных задач теплопроводности к простым, имеющим решение, на основе упрощенных математических моделей условий однозначности.	В ответе должно содержаться разъяснение, каким образом осуществляется сведение сложных задач теплопроводности к простым, имеющим решение, на основе упрощенных математических моделей условий однозначности..	ПК-2
12	Типы тепловых режимов.	В ответе должна быть приведена классификация и характерные особенности типов тепловых режимов.	ПК-2
13	Понятие пограничного слоя. Ламинарное и турбулентное течения.	В ответе должны быть приведены следующие определения: пограничный слой, ламинарное и турбулентное течения, показана разница между ними.	ПК-2
14	Граничные условия при наличии на границе области слоя с бесконечной теплопроводностью. Сложные граничные условия.	Ответ должен содержать определение сложных граничных условий. Должна быть показана ключевая особенность граничных условий при наличии на границе области слоя с бесконечной теплопроводностью.	ПК-2
15	Получение безразмерных критериальных зависимостей для коэффициента теплоотдачи на примере плоского ламинарного	Ответ должен содержать описание метода получения безразмерных критериальных зависимостей для коэффициента теплоотдачи на примере плоского	ПК-2



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 15 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	пограничного слоя. Критерии подобия Прандтля, Нуссельта, Рейнольдса.	ламинарного пограничного слоя. Должны быть приведены формулы нахождения чисел Прандтля, Нуссельта, Рейнольдса.	
<i>Раздел 2 Некоторые подходы к упрощению постановок задач теплопроводности</i>			
16	Принципы элементарной и сложной суперпозиции при решении задач теплопроводности.	Ответ должен содержать разъяснение и практические приемы использования принципов элементарной и сложной суперпозиции при решении задач теплопроводности.	ПК-2
17	Симметрия первого и второго родов. Примеры.	Ответ должен содержать определение симметрий первого и второго родов, а также должны быть приведены примеры их использования.	ПК-2
18	Принцип эквивалентности. Эквивалентные замены при граничных условиях второго и третьего родов.	В ответе должно быть представлено разъяснение принципа эквивалентности. Должны быть записаны практические приемы использования при решении задач эквивалентных замен при граничных условиях второго и третьего родов .	ПК-2
19	Принцип взаимности. Принцип взаимности при действии источника тепла в полуограниченном теле.	Ответ должен содержать разъяснение принципа взаимности, а также должна быть описана особенность применения принципа взаимности при действии источника тепла в полуограниченном теле.	ПК-2
<i>Раздел 3 Решение сложных задач с использованием метода физических принципов</i>			
20	Использование решений простых задач для получения аналитических решений сложных задач на примере задач для полуограниченного тела: скачкообразное изменение начальной температуры по глубине, температурный «зуб».	В ответе должны быть представлены практические приемы использования решений простых задач для получения аналитических решений сложных задач. Должны быть приведены примеры решения задач для полуограниченного тела при скачкообразном изменении	ПК-2



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 16 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		начальной температуры по глубине, а также при изменении температуры по температурному «зубу».	
21	Аппроксимация сложного начального условия промежуточным профилем температуры простой задачи.	Ответ должен содержать разъяснение, каким образом осуществляется аппроксимация сложного начального условия промежуточным профилем температуры в простой задаче.	ПК-2
22	Решение задач при сложных граничных условиях, изменяющихся скачкообразно.	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при сложных граничных условиях, изменяющихся скачкообразно.	ПК-2
23	Решение задач при неодинаковых по типу и по величине источниках тепла на различных участках граничной поверхности	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при неодинаковых по типу и по величине источниках тепла на различных участках граничной поверхности	ПК-2
24	Решение задач при переменных по объему теплофизических свойствах тела.	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при переменных по объему теплофизических свойствах тела.	ПК-2
25	Решение задач при переменных по объему и во времени источниках тепла. Равномерно распределенные источники в части тела: в полупространстве, в слое неограниченного тела.	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при переменных по объему и во времени источниках тепла. Должны быть описаны ключевые особенности решения задач при наличии равномерно распределенных источников в части тела: в полупространстве, в слое неограниченного тела.	ПК-2
26	Использование решений простых задач для получения аналитических решений сложных задач на примере задач для полуограниченного тела. Произвольное начальное распределение температуры.	В ответе должны быть представлены практические приемы использования решений простых задач для получения аналитических решений сложных задач на примере задач для полуограниченного тела. Должно быть дано описание, каким	ПК-2



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 17 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		образом осуществляется решение задач при произвольном начальном распределении температуры.	
27	Решение задач при произвольном изменении во времени граничных условий.	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при произвольном изменении во времени граничных условий.	ПК-2
28	Решение задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Задачи с граничными условиями первого рода.	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Должна быть приведена особенность решения задачи с граничными условиями первого рода.	ПК-2
29	Решение задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Задачи с граничными условиями второго рода.	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Должна быть приведена особенность решения задачи с граничными условиями второго рода.	ПК-2
30	Решение задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Задачи с граничными условиями четвертого рода.	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Должна быть приведена особенность решения задачи с граничными условиями четвертого рода.	ПК-2
31	Решение задач при переменных по объему и во времени источниках тепла. Неравномерно распределенные источники.	В ответе должны быть приведены практические приемы решения задач при переменных по объему и во времени источниках тепла. Должна быть приведена особенность решения задачи при наличии неравномерно распределенных источников тепла.	ПК-2
32	Решение задач для тел	В ответе должны быть приведены	ПК-2



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное
 учреждение высшего образования
 «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
 Миасский филиал
 Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
 по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
 моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 18 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	сложной геометрии. Тела, ограниченные взаимно перпендикулярными и параллельными поверхностями при граничных условиях первого, второго и третьего родов.	практические приемы решения задач для тел сложной геометрии. Должны быть схематично показаны и приведены особенности решения задач для тел, ограниченных взаимно перпендикулярными и параллельными поверхностями при граничных условиях первого, второго и третьего родов.	
33	Расчет тепловых режимов тел с учетом изменения агрегатного состояния.	Ответ должен содержать разъяснение принципа расчёта тепловых режимов тел с учетом изменения агрегатного состояния.	ПК-2

4.1. Критерии оценивания компетенций в ходе промежуточной аттестации

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания	
		Не зачтено	Зачтено
	<i>Знает</i> подходы использования современных методов для решения научных и практических задач, принципы выбора методов и средств изучения математических моделей процессов теплового переноса.	Не знает Подходы использования современных методов для решения научных и практических задач, принципы выбора методов и средств изучения математических моделей процессов теплового переноса.	Знает Подходы использования современных методов для решения научных и практических задач, принципы выбора методов и средств изучения математических моделей процессов теплового переноса.
ПК-2	<i>Умеет</i> использовать современные теории прикладной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач, осуществлять концептуальный анализ и формирование онтологического базиса при решении научных и прикладных задач в области математического моделирования процессов теплового переноса.	Не умеет Применять теорию для решения задач, может обосновать решение; решает задачи со сложной геометрией тела, сложными граничными условиями, умеет применять эквивалентные замены граничных условий.	Умеет Применять теорию для решения задач, может обосновать решение; решает задачи со сложной геометрией тела, сложными граничными условиями, умеет применять эквивалентные замены граничных условий.
	<i>Владеет</i> методами исследования математического	Не владеет Методами исследования математического моделирования процессов	Владеет Методами исследования математического моделирования процессов теплового переноса и



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 19 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

моделирования процессов теплового переноса и составление моделей на языке предметной области, математическими методами исследования математической модели, навыками использования методов математического, имитационного и информационного моделирования для решения научных и прикладных задач, научными методами изучения вопросов теплового переноса и технологиями, применяемыми при решении практических задач теплопроводности.	теплового переноса и составление моделей на языке предметной области, математическими методами исследования математической модели, навыками использования методов математического, имитационного и информационного моделирования для решения научных и прикладных задач, научными методами изучения вопросов теплового переноса и технологиями, применяемыми при решении практических задач теплопроводности.	составление моделей на языке предметной области, математическими методами исследования математической модели, навыками использования методов математического, имитационного и информационного моделирования для решения научных и прикладных задач, научными методами изучения вопросов теплового переноса и технологиями, применяемыми при решении практических задач теплопроводности.
---	---	--

4.2. Критерии оценивания зачета

Критериями устного ответа выступают следующие качества знаний:

полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;

глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;

конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний (доказать на примерах основные положения);

системность – представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных её элементов, расположенных в логической последовательности;

развёрнутость – способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;

осознанность – понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

Письменный и письменно-устный ответ студента по вопросам дисциплины оценивается положительно с выставлением оценки «зачтено» в



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 20 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

следующих случаях:

- магистрант глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает соответствующие задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; показана совокупность осознанных знаний об объекте изучения, доказательно раскрыты основные положения (свободно оперирует понятиями, терминами, персоналиями и др.); в ответе прослеживается четкая структура, выстроенная в логической последовательности; ответ изложен литературным грамотным языком и носит самостоятельный характер;

- ответ магистранта соответствует указанным выше критериям, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; были допущены неточности в определении понятий, персоналий, терминов, дат и др, допущенные ошибки исправляются магистрантом после дополнительных вопросов преподавателя;

– магистрант обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения; в ответе не присутствуют доказательные выводы; сформированность умений показана слабо. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

Оценка «незачтено» за письменный и письменно-устный ответ магистранта по вопросам дисциплины выставляется в случаях, когда:

– магистрант имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических,



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование процессов теплового переноса»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 21 из 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.

4.4. **Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций**

Уровень освоения компетенций	Оценка
Продвинутый	зачтено
Базовый	зачтено
Пороговый	зачтено
компетенции не сформированы	не зачтено

Уровни формирования компетенций:

1. Пороговый уровень:

- предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание сущности процесса теплопередачи, основ математического моделирования процессов теплового переноса;
- студент способен давать ответы на теоретические вопросы дисциплины на удовлетворительном уровне.

2. Базовый уровень:

- предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: формируется комплексное знание особенностей и применения математического моделирования процессов теплового переноса;
- студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины; способен решать практические задания.

3. Продвинутый уровень:

- предполагает формирование компетенций на высоком уровне, использует полученные знания и умения при изучении смежных дисциплин, обнаруживает готовность к самостоятельной профессиональной деятельности;

студент способен аргументировать собственную точку зрения, формулировать собственные выводы на основе применения усвоенных компетенций.