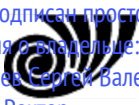


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 14.05.2026 09:14:32 Уникальный программный ключ: 891934b8c2c17b8350cbe51cdda5098e877a1f3	Рабочая программа дисциплины "Математическое моделирование процессов теплового переноса" по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Методы математического моделирования в ракетно-космической технике ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Математическое моделирование процессов теплового переноса

Направление подготовки (специальность)

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Методы математического моделирования в ракетно-космической технике

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Миасс 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Математическое моделирование процессов теплового переноса» является формирование у магистрантов знаний в области математического моделирования, изучение процессов теплового переноса.

Задачи дисциплины:

- изложить основы математического моделирования и методы расчета процессов теплового переноса.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение следующих индикаторов:

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 технических решений по определению теплового режима.

ПК-2.3. Имеет практический опыт применения специального программного обеспечения при проведении тепловых расчетов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.02

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

«Математический анализ», «Теоретическая механика», «Физика», «Механика жидкости и газа», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Уравнения математической физики».

Математическое моделирование в аэрогазодинамике

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Непрерывные математические модели

Производственная практика (преддипломная практика)

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Способен к расчету тепловых режимов изделий РКТ

Знать:

Для достижения ПК-2.1:

знать подходы использования современных методов для решения научных и практических задач; принципы выбора методов и средств изучения математических моделей процессов теплового переноса.

Уметь:

Для достижения ПК-2.2:

уметь 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.

Владеть:

Для достижения ПК-2.3:

владеть 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.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:

3.1.1 - подходы использования современных методов для решения научных и практических задач;

3.1.2 - принципы выбора методов и средств изучения математических моделей процессов теплового переноса;

3.2 Уметь:



3.2.1	- использовать современные теории прикладной математики для решения научно-исследовательских и прикладных задач
3.2.2	- осуществлять концептуальный анализ и формирование онтологического базиса при решении научных и прикладных задач в области математического моделирования процессов теплового переноса
3.3	Владеть:
3.3.1	- методами исследования математического моделирования процессов теплового переноса и составление моделей на языке предметной области;
3.3.2	- математическими методами исследования математической модели;
3.3.3	- навыками использования методов математического, имитационного и информационного моделирования для решения научных и прикладных задач;
3.3.4	- научными методами изучения вопросов теплового переноса и технологиями, применяемыми при решении практических задач теплопроводности.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 32 самостоятельная работа : 75,8 : контактная работа: 32,2 ИКР: 0,2	Виды контроля в семестрах: зачеты 3

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Основные понятия теории теплопередачи			
1.1	Основные понятия теории теплопередачи Тепловой поток. Поле температур. Изотермические линии и поверхности. Градиент температуры. Получение безразмерных критериальных зависимостей для коэффициента теплоотдачи на примере плоского ламинарного пограничного слоя. Критерии подобия Прандтля, Нуссельта, Рейнольдса. /Лек/	3	4	Л1.1 Л1.2Л2.1
1.2	Краевая задача теплопроводности. Классификация граничных условий: первый, второй, третий, четвертый род. Особенность граничного условия первого рода. Граничные условия при наличии на границе области слоя с бесконечной теплопроводностью. Типы тепловых режимов и применяемые критерии и параметры. Установившийся, неуставившийся, иррегулярный, регулярный, квазиустановившийся тепловые режимы. Регулярный режим первого и второго рода. Число Фурье. Критерий Био. /Ср/	3	20	Л1.1 Л1.2Л2.1
	Раздел 2. Некоторые подходы к упрощению постановок задач теплопроводности			



2.1	Некоторые подходы к упрощению постановок задач теплопроводности. Упрощение геометрических параметров, упрощение начальных и граничных условий, принятие средних значений теплофизических характеристик, эквивалентные замены граничных условий. Принцип суперпозиции. Практические примеры расчета тепловых режимов с использованием принципов простой и сложной суперпозиции. Принципы эквивалентности и взаимности. Эквивалентные замены при граничных условиях второго и третьего родов, при степенных законах от времени для температурных источников на границе и для источников заданной интенсивности. /Лек/	3	12	Л1.1 Л1.2Л2.1
2.2	Принцип взаимности при действии источника тепла в полуграниченном теле, в неограниченной пластине, покрытой слоем турбулизованной жидкости. /Ср/	3	20	Л1.1 Л1.2Л2.1
Раздел 3. Решение сложных задач с использованием метода физических принципов				
3.1	Решение сложных задач с использованием метода физических принципов (симметрии, суперпозиции, эквивалентности и взаимности). Задачи для полуграниченного 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. /Пр/	3	16	Л1.1 Л1.2Л2.1
3.2	Задачи при переменных по объему и во времени источниках тепла. Решение задач для тел сложной геометрии. Тела, ограниченные взаимно перпендикулярными и параллельными поверхностями при граничных условиях первого, второго и третьего родов. /Ср/	3	35,8	Л1.1 Л1.2Л2.1
3.3	Индивидуальные консультации/ИКР /ИКР/	3	0,2	

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Примерные вопросы для собеседования
Пример письменного домашнего задания
Перечень вопросов к зачету

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерные вопросы для собеседования

1. Какие различают способы передачи теплоты и каковы физические особенности каждого из них?
2. Какими единицами измерения характеризуются процессы передачи теплоты?
3. Какова связь между понятиями температурного поля, изотермической поверхности и основным законом теплопроводности?
4. Каковы физическая суть коэффициента теплопроводности и характерные уровни его значений для различных веществ?
5. Каковы зависимости температуры от координат и выражения для термического сопротивления при установившемся режиме передачи теплоты через однослойные и многослойные плоские, цилиндрические и шаровые стенки?
6. При каком условии расчет теплового потока через цилиндрические и шаровые стенки можно проводить как через плоские?
7. Дайте понятие пограничного слоя и различных режимов течения в нем.
8. Поясните особенности теплообмена при естественной и вынужденной конвекции и аналогию термических сопротивлений пограничного слоя и стенки.



9. Покажите путь получения и назовите основные критерии подобия в теории теплообмена.
10. Назовите составляющие энергии электромагнитного излучения, падающего на тело, и дайте понятие эффективного излучения тела.
11. Выпишите и поясните законы для поверхностной плотности интегрального излучения черного и серого тел. Дайте понятие степени черноты тела.
12. Нарисуйте схемы, покажите путь получения выражения для лучистого теплообмена системы плоских тел и поясните выражения для лучистого теплообмена между охватывающими друг друга замкнутыми и разомкнутыми сложными телами.

Пример письменного домашнего задания.

1. Какая задача называется элементарной задачей?
2. Охарактеризуйте основные методы получения аналитических решений задач теплопроводности.
3. Приведите примеры и геометрические иллюстрации 10-ти – 12-ти элементарных задач теплопроводности.
4. Изложите суть методов деформации, изменения пассивных границ и примеры сведения составных и лучистых граничных условий к классическим родам граничных условий.
5. В чем заключается суть принципов элементарной и сложной суперпозиции?
6. Охарактеризуйте и проиллюстрируйте на геометрических схемах применение принципов тепловой симметрии первого и второго рода при решении задач теплопроводности.
7. В чем заключается суть принципа эквивалентности? Примеры подходов к решению задач теплопроводности с использованием этого принципа.
8. Охарактеризуйте суть и представьте примеры решения задач теплопроводности с использованием принципа взаимности.

Пример письменной домашней контрольной работы.

Вариант 1

1. Стены сушильной камеры выполнены из слоя кирпича толщиной $\delta = 250$ мм и теплоизоляционного слоя из строительного войлока поверх него. Температура на внутренней поверхности стены $t_1 = 1100$ °С и на внешней поверхности войлочного слоя $t_3 = 250$ °С. Коэффициент теплопроводности кирпича $\lambda = 0.7$ и строительного войлока $\lambda = 0.0465$. Вычислить температуру t_2 в плоскости соприкосновения слоев и толщину войлочного слоя при условии, чтобы тепловые потери через 1 м^2 стенки камеры не превышали $q_{\text{пот}} = 110$.
2. В приборе для определения коэффициента теплопроводности материалов между горячей $t_1 = 180$ °С и холодной $t_4 = 30$ °С поверхностями расположен образец диаметром 120 мм, толщиной 20 мм. Тепловой поток через образец постоянен и равен 50 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, если при обработке результатов не учитывать образовавшихся зазоров. Коэффициенты теплопроводности воздуха в зазорах отнести к температурам соответствующих поверхностей: λ_1 , λ_2 .
3. Паропровод диаметром $d_2/d_1 = 160/150$ мм покрыт слоем изоляции толщиной $\delta = 100$ мм, поверх которого намотаны по одному тонкому слою рубероида и высокотеплопроводной фольги со степенью черноты поверхности соответственно ϵ_1 и ϵ_2 . Теплопроводность стенки трубы и изоляции λ , температура на внутренней поверхности паропровода $t_1 = 400$ °С и на наружной поверхности изоляции $t_3 = 500$ °С. На части длины паропровода фольга была содрана. Найти тепловые потери с 1 м паропровода на не поврежденном и на поврежденном участках и температуру на границе соприкосновения паропровода и изоляции. Тепловым сопротивлением слоев рубероида и фольги пренебречь.
4. Вычислить плотность теплового потока с 1 м^2 поверхности стенки толщиной 5 мм, разделяющей горячий газ и воду, если коэффициент теплопроводности материала стенки λ , коэффициент теплоотдачи от воды к стенке $\alpha_1 = 3500$, от газа к стенке $\alpha_2 = 467$. Температура газа $t_1 = 2000$ °С, температура воды $t_2 = 3000$ °С. Определить температуру на поверхностях стенки.
5. Определить тепловой поток через кирпичную стенку помещения площадью 46 м^2 толщиной $\delta = 30$ см с коэффициентом теплопроводности λ . Стена снаружи покрыта слоем тепловой изоляции толщиной $\delta_1 = 8$ см с коэффициентом теплопроводности λ_1 . Температура воздуха внутри помещения $t_{\text{ж}1} = 200$ °С, коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стенки $\alpha_1 = 12$, температура наружного воздуха $t_{\text{ж}2} = -200$ °С, коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой воздухом, $\alpha_2 = 20$. Вычислить также температуры на поверхностях стенки.
6. Рассчитать коэффициент теплоотдачи и тепловой поток от стенки трубы подогревателя воды на длине трубы 2 м при ее продольном обтекании. Диаметр трубы 16 мм, скорость течения воды $u = 0.995$ м/с, средняя температура воды



$t_{cp} = 400\text{C}$, температура стенки трубы $t_{tr} = 1000\text{C}$. Теплофизические свойства воды при температуре 400C : теплопроводность, кинематическая вязкость $= 0.659 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, число Прандтля $Pr_{ж} = 4.3$. Считать, что режим течения в пограничном слое ламинарный. Число Прандтля и плотность воды принять постоянными.

7. Для отопления гаража используют трубы с водяным теплоносителем наружным диаметром 0.1 м общей длиной 10 м . Температура стенки трубы 850C , стен гаража - 150C . Коэффициент черноты материала трубы $= 0.8$. Оценить теплообмен (тепловой поток) излучением.

8. Дно полусферического толстостенного котелка диаметром $d_2/d_1 = 160 \text{ мм}/150 \text{ мм}$ покрыто слоем накипи толщиной $= 5 \text{ мм}$. Теплопроводность стенки котелка и накипи, температура на внутренней поверхности котелка $t_1 = 1000\text{C}$ и на наружной поверхности $t_3 = 5000\text{C}$. Найти тепловые потери, затрачиваемые на поддержание температуры на внутренней поверхности $t_1 = 1000\text{C}$ и температуру на границе соприкосновения материала котелка и накипи t_2 .

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету

- 1 Поле температуры. Градиент температуры. Изотермические линии и поверхности. Тепловой поток.
- 2 Способы передачи теплоты. Передача теплоты теплопроводностью. Коэффициент теплопроводности для различных веществ: газы, жидкости, твердые неметаллические материалы, металлы.
- 3 Передача теплоты теплопроводностью через плоскую однослойную и многослойную стенки в стационарном режиме. Тепловая проводимость и тепловое сопротивление стенок.
- 4 Передача теплоты теплопроводностью 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.
- 6 Передача теплоты излучением. Абсолютно черное, абсолютно белое, абсолютно прозрачное тела. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты тел.
- 7 Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Приведенная степень черноты системы тел.
- 8 Вывод уравнения теплопроводности. Условия однозначности.
- 9 Классификация граничных условий. Особенность граничного условия первого рода.
- 10 Число Фурье. Критерий Био. Безразмерные координаты. Виды параметров температуры.
- 11 Сведение сложных задач теплопроводности к простым, имеющим решение, на основе упрощенных математических моделей условий однозначности.
- 12 Типы тепловых режимов.
- 13 Принципы элементарной и сложной суперпозиции при решении задач теплопроводности.
- 14 Симметрия первого и второго родов. Примеры.
- 15 Принцип эквивалентности. Эквивалентные замены при граничных условиях второго и третьего родов.
- 16 Принцип взаимности. Принцип взаимности при действии источника тепла в полуограниченном теле.
- 17 Использование решений простых задач для получения аналитических решений сложных задач на примере задач для полуограниченного тела: скачкообразное изменение начальной температуры по глубине, температурный «зуб».
- 18 Аппроксимация сложного начального условия промежуточным профилем температуры простой задачи.
- 19 Решение задач при сложных граничных условиях, изменяющихся скачкообразно.
- 20 Решение задач при неодинаковых по типу и по величине источниках тепла на различных участках граничной поверхности.
- 21 Решение задач при переменных по объему теплофизических свойствах тела.
- 22 Решение задач при переменных по объему и во времени источниках тепла. Равномерно распределенные источники в части тела: в полупространстве, в слое неограниченного тела.
- 23 Понятие пограничного слоя. Ламинарное и турбулентное течения.
- 24 Получение безразмерных критериальных зависимостей для коэффициента теплоотдачи на примере плоского ламинарного пограничного слоя. Критерии подобия Прандтля, Нуссельта, Рейнольдса.
- 25 Граничные условия при наличии на границе области слоя с бесконечной теплопроводностью. Сложные граничные условия.
- 26 Использование решений простых задач для получения аналитических решений сложных задач на примере задач для полуограниченного тела. Произвольное начальное распределение температуры.
- 27 Решение задач при произвольном изменении во времени граничных условий.
- 28 Решение задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Задачи с граничными условиями первого рода.
- 29 Решение задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Задачи с граничными условиями второго рода.
- 30 Решение задач при переменных по объему и во времени теплофизических свойствах тела. Задачи с граничными



условиями четвертого рода.

31 Решение задач при переменных по объему и во времени источниках тепла. Неравномерно распределенные источники.

32 Решение задач для тел сложной геометрии. Тела, ограниченные взаимно перпендикулярными и параллельными поверхностями при граничных условиях первого, второго и третьего родов.

33 Расчет тепловых режимов тел с учетом изменения агрегатного состояния.

6.4. Критерии оценивания

Собеседование

Домашнее задание

Критерии оценки домашнего задания

«отлично»

Домашнее задание выполнено полностью либо с незначительными недоработками. Магистрант легко ориентируется в содержании учебного материала, свободно пользуется понятийным аппаратом, обладает умением связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения. Может проанализировать поставленную задачу, пояснить выбранный подход и обозначить шаги по устранению возможных недоработок

«хорошо»

Домашнее задание выполнено не полностью, с недоработками. Магистрант демонстрирует полное освоение теоретического материала, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, грамотно излагает свою позицию, способен проанализировать поставленную задачу и выбор подхода к ней

«удовлетворительно»

Домашнее задание не выполнено, магистрант демонстрирует неполное освоение теоретического материала, плохо владеет понятийным аппаратом, плохо ориентируется в изученном материале, неуверенно излагает свою позицию, однако может проанализировать поставленную задачу и выбор подхода к ней

«неудовлетворительно»

Домашнее задание не выполнено, 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 проанализировать поставленную задачу и объяснить выбор подхода к ней

Домашняя контрольная работа

Оценка

Критерии оценки домашней контрольной работы

«отлично»

1) магистрант легко ориентируется в содержании учебного материала, свободно пользуется понятийным аппаратом;

2) обладает умением связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения;

3) знает и правильно применяет формулы;

4) решение задачи записано понятно, аккуратно, последовательно;

5) записан правильный ответ

«хорошо»

1) магистрант демонстрирует полное освоение теоретического материала, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает свою позицию;

2) знает и применяет формулы, но допускает небольшие неточности;

3) решение задачи записано, но не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;

4) записан правильный ответ

«удовлетворительно»

1) магистрант демонстрирует неполное освоение теоретического материала, плохо владеет понятийным аппаратом, плохо ориентируется в изученном материале, неуверенно излагает свою позицию;

2) знает отдельные формулы, но допускает значительные неточности в их применении;

3) решение задачи записано неверно, не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;

4) записан правильный ответ

«неудовлетворительно»

1) магистрант имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл;

2) беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач;

3) решение задачи записано неверно либо отсутствует;

4) записан неправильный ответ либо не записан ответ



Письменный и письменно-устный ответ магистранта по вопросам дисциплины оценивается положительно с выставлением оценки «зачтено» в 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, развёрнутый 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 чёткая 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, 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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1	Амирханов Д. Г.	Теплопередача: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258943)	Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2008	ЭБС
ЛП.2	Костин Г. Ф.	Способы решения задач теплопроводности на основе общефизических принципов: учебное пособие (https://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=texts/007727/kostingf)	Миасс : [Геотур], 2018	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
--	---------	----------	---------------	--------



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Дьяконов В. Г., Лонцаков О. А.	Основы теплопередачи: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258437)	Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011	ЭБС

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

SMath Studio Desktop

Maxima

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992 .

2. Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <http://biblioclub.ru/>.

3. Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <http://e.lanbook.com/>.

4. Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <https://urait.ru>.

5. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: 456313, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Керченская, д. 1, аудитория № 305.

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых консультаций, индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации: 456313, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Керченская, д. 1, аудитория № 305.

Основное оборудование: учебные столы, совмещенные со скамейками на 38 посадочных мест, стол преподавателя, стул преподавателя, доска 3 створчатая ученическая обычная настенная, стационарное мультимедийное интерактивное оборудование:

аудио колонки Sven, проектор Epson, экран настенный, компьютер ColorSit, монитор Asus.

Программное обеспечение: Операционная система Windows xp Акт приема-передачи от 26.03.2008. Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; МРС-НС свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

3. Помещение для самостоятельной работы: 456313, Челябинская обл., г. Миасс, ул. Керченская, д. 1, Читальный зал, аудитория 312.

Основное оборудование: Количество посадочных мест - 42, 1 персональный компьютер с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, Wi-Fi, библиотечный фонд.

Программное обеспечение: Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 528/о от 15.09.2014; Операционная система Windows 10 Акт приема-передачи 437/к от 19.09.2012; Пакет офисных программ Adobe Reader свободное программное обеспечение; OpenOffice свободное программное обеспечение; МРС-НС свободное программное обеспечение; Google Chrome свободное программное обеспечение. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security 11 на основе лицензионного договора № кб-1692 от 11.09.2019.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



Приступая к изучению дисциплины «Математическое моделирование процессов теплового переноса» магистрант должен ясно представлять, что результат обучения зависит не только от работы преподавателей на практических занятиях, но и о того, насколько добросовестно он сам подойдет к этому процессу. Необходимо сразу точно понять критерии оценки всех видов учебной работы в течение учебного семестра, критерии получения зачета.

Все формы учебной работы имеют равное значение, поэтому посещение практических занятий, выполнение всех видов самостоятельной работы и активное участие в учебной деятельности позволят добиться высоких результатов. Магистранту рекомендуется использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу, при этом достаточно взять один – два базовых учебника из списка основной литературы, и по мере необходимости – дополнительную учебную литературу и периодические издания.

На практических занятиях магистрант может не только закрепить знание и понимание учебного материала, но и развить профессиональные навыки письменной и устной речи. Поэтому результат обучения в существенной степени определяется качеством самостоятельной подготовки, умением находить интересный материал. Все контрольные работы являются обязательными для выполнения.

Особое внимание следует уделять самостоятельной работе, в ходе которой можно как закрепить знания материал, так и расширить профессиональный кругозор. Кроме того, можно определить круг научных интересов, выбрав тему будущей диссертационной или научно-исследовательской работы при подготовке к практическим занятиям и в ходе выполнения домашних контрольных работ. Это позволит накопить достаточно количество теоретического и практического материала для ее выполнения.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции в TeamOffice365) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, электронная почта, социальные сети, мессенджеры).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей, Office365. Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Математическое моделирование процессов теплового переноса" по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Методы математического моделирования в ракетно-космической технике ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 12

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:

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