

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы Ф.Х. Кудиева
« 30 » мая 2023г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
А.Х. Шапсигов
« 30 » мая 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧА»

01.03.02 - Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки)

«Математическое моделирование и вычислительная математика»
(наименование профиля подготовки)

Бакалавр
Квалификация (степень) выпускника

Очная
Форма обучения

Нальчик - 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Вычислительная теплопередача» /сост. Бечелова А.Р. – Нальчик: КБГУ, 2023. – 22с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины «Вычислительная теплопередача» из перечня дисциплин вариативной части Блока 1 «Дисциплины по выбору» студентам очной формы обучения по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль «Математическое моделирование и вычислительная математика») в 6 семестре 3 курса.

Рабочая программа составлена с учётом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02- Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «05» апреля 2017г. № 301.

1. Цель и задачи освоения дисциплины	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля)	Error! Bookmark not defined.
4.1. Содержание дисциплины (модуля)	Error! Bookmark not defined.
4.2. Структура дисциплины (модуля)	6
4.3. Лекционные занятия	Error! Bookmark not defined.
4.4. Практические занятия (семинарские занятия)	Error! Bookmark not defined.
4.5. Лабораторные работы	Error! Bookmark not defined.
4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины	Error! Bookmark not defined.
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Error! Bookmark not defined.
5.1. Коллоквиум	Error! Bookmark not defined.
5.2. Доклад	Error! Bookmark not defined.
5.3. Реферат	Error! Bookmark not defined.
5.4. Контрольная работа	Error! Bookmark not defined.
5.5. Задания для практических и лабораторных занятий	Error! Bookmark not defined.
5.6. Промежуточная аттестация	Error! Bookmark not defined.
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	Error! Bookmark not defined.
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Error! Bookmark not defined.
7.1. Основная литература	21
7.2. Дополнительная литература	22
7.3. Периодические издания	22
7.4. Интернет-ресурсы	22
7.5. Методические указания к лабораторным работам	Error! Bookmark not defined.
7.6. Методические указания к практическим работам	Error! Bookmark not defined.
7.7. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы	Error! Bookmark not defined.
7.8. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий	Error! Bookmark not defined.
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	Error! Bookmark not defined.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины:

- ознакомить студентов с современными вычислительными методами теории теплопередачи;
- ознакомить студентов с проблемами теплопередачи;
- ознакомить студентов с численными методами решения обратных задач теплообмена

Задачи:

- обучить студентов численным методам решения краевых задач теплопередачи;
- создать фундамент освоения новых постановок задач теории теплообмена.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части блока Б.1. (дисциплины по выбору) основной образовательной программы подготовки выпускника направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль математическое моделирование и вычислительная математика).

Дисциплина логически и содержательно-методически взаимосвязана с такими дисциплинами ОПОП, как «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения математической физики», «Численные методы», Теория вероятностей и математическая статистика».

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

общепрофессиональных (ОПК):

Коды	Содержание компетенций
ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- аналитические методы теплопроводности;
- параметрический анализ задачи;
- стационарные задачи теплопроводности;
- принцип максимума;

- априорные оценки в гильбертовом пространстве;
- консервативные схемы;
- нестационарные задачи теплопроводности;
- элементы общей теории устойчивости.

Уметь:

- применять современные вычислительные методы для решения задач теплообмена;
- строить экономичные разностные схемы нестационарной теплопроводности.

Владеть:

- культурой мышления, умением ясно строить устную и письменную речь;
- основами профессиональной разговорной речи;
- навыками работы с математической литературой.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

**Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Вычислительная теплопередача»
перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

№ п/п	Наименование раздела/ темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
1.	Стационарные задачи теплопроводности	Линейное стационарное уравнение теплопроводности. Априорные оценки в гильбертовых пространствах. Построение разностных схем, консервативные схемы. Интегро-интерполяционный метод. Разностные схемы повышенного порядка аппроксимации. Равномерная сходимость разностных схем. Принцип максимума. Устойчивость и сходимость разностной задачи Дирихле. Третья краевая задача. Прямые и итерационные методы решения сеточных уравнений.	ОПК-2	Практическая работа (ПР), домашнее задание (ДЗ), рубежный контроль (РК)
2. 3	Нестационарные задачи	Краевые задачи для параболических	ОПК-2	ПР, ДЗ, РК

	теплопроводности	уравнений второго порядка. Принцип максимума. Двухслойные и трехслойные разностные схемы. Равномерная сходимость разностной схемы.		
3.	Экономичные разностные схемы нестационарной теплопроводности	Метод переменных направлений. Устойчивость схемы переменных направлений. Факторизованные схемы для уравнения теплопроводности, устойчивость факторизованных схем. Принцип регуляризации для построения факторизованных схем.	ОПК-2	ПР, ДЗ, РК
4.	Аддитивные разностные схемы нестационарной теплопроводности	Понятие суммарной аппроксимации. Аддитивные разностные схемы, априорные оценки для аддитивных разностных схем. Локально-одномерные схемы для уравнения теплопроводности.	ОПК-2	ПР, ДЗ, РК

На изучение курса в 6 семестре отводится 144 часа (4з.е.), из них:
 контактная работа - 85 часов, в том числе лекционных – 34 часа; практических – 51 час;
 самостоятельная работа студента 32 часа; завершается экзаменом (27 часов).

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Структура дисциплины (модуля) «Вычислительная теплопередача»

Вид работы	Трудоёмкость часов / зачетных единиц	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость (в часах)	144	144
Контактная работа (в часах):	48	48
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	16	16

Практические занятия (ПЗ)	32	32
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа (вне аудиторная):	69	69
Расчетно-графическое задание	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (КР)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	-	-
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)		-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Линейное стационарное уравнение теплопроводности. Построение разностных схем, консервативные схемы.
2.	Разностные схемы повышенного порядка аппроксимации. Равномерная сходимость разностных схем. Принцип максимума.
3.	Устойчивость и сходимость разностной задачи Дирихле. Третья краевая задача. Прямые и итерационные методы решения сеточных уравнений.
4.	Краевые задачи для параболических уравнений второго порядка. Принцип максимума
5.	Двухслойные и трехслойные разностные схемы. Равномерная сходимость разностной схемы.
6.	Метод переменных направлений. Устойчивость схемы переменных направлений.
7.	Факторизованные схемы для уравнения теплопроводности, устойчивость факторизованных схем. Принцип регуляризации для построения факторизованных схем.
8.	Аддитивные разностные схемы, априорные оценки для аддитивных разностных схем. Локально-одномерные схемы для уравнения теплопроводности

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ п/п	Тема
1.	Построение разностных схем
2.	Стационарные задачи теплопроводности.

3.	Разностные схемы повышенного порядка аппроксимации.
4.	Прямые и итерационные методы решения сеточных уравнений.
5.	Нестационарные задачи теплопроводности: двухслойные и трехслойные схемы, методы решения сеточных уравнений
6.	Двухслойные и трехслойные разностные схемы
7.	Экономичные разностные схемы.
8.	Аддитивные разностные схемы.
9.	Априорные оценки для аддитивных разностных схем
10.	Локально-одномерные схемы для уравнения теплопроводности

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю)

№ п/п	Тема
1.	Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Самостоятельное изучение теоретических разделов дисциплины по заданию лектора.
2.	Повторение и углубленное изучение лекционного материала
3.	Решение практических задач и подготовка к практическим занятиям
4.	Подготовка к коллоквиуму и экзамену.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины «Вычислительная теплопередача» являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины «Вычислительная теплопередача» предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.*

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля

Текущий контроль знаний, умений и владений по дисциплине осуществляется в форме устного или письменного опроса на лекционных и практических занятиях, а также в ходе проведения самостоятельной работы обучающихся.

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Вычислительная теплопередача» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Вычислительная теплопередача»

Тема 1. Вопросы по темам № 1,2

1. Линейные стационарные задачи теплопроводности.
2. Априорные оценки в гильбертовом пространстве.
3. Построение разностных схем, консервативные схемы.
4. Интегро-интерполяционный метод.
5. Разностные схемы повышенного порядка аппроксимации.
6. Равномерная сходимость разностных схем. Принцип максимума.
7. Устойчивость и сходимость разностной задачи Дирихле.
8. Третья краевая задача.
9. Прямые и итерационные методы решения сеточных уравнений.

Тема 1. Вопросы по темам №3,4,5

1. Краевые задачи для уравнения параболических уравнений второго порядка.
2. Принцип максимума.
3. Двухслойные и трехслойные разностные схемы.
4. Принцип максимума, равномерная сходимость разностной схемы.
5. Метод переменных направлений.

6. Устойчивость схемы переменных направлений. факторизованных схем

Тема 1. Вопросы по темам №6,7,8

1. Факторизованные схемы, устойчивость факторизованных схем.
2. Принцип распределения для построения.
3. Понятие суммарной аппроксимации, аддитивные разностные схемы.
4. Априорные оценки для аддитивных разностных схем.
5. Локально-одномерные разностные схемы.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Вычислительная теплопередача».

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

Количество баллов	Критерии оценивания
5	Обучающийся - полно излагает изученный материал, знает все формулы, применяемые методы и их точность; - понимает материал, может обосновать свои суждения, применить знания при решении практических задач и лабораторных заданий для самостоятельного выполнения; - излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
4	Обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для «5» баллов, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, и некоторые недочёты в последовательности и оформлении излагаемого материала.
3	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основного материала по данной теме, но: - излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий, знаний методов, их точности; - не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и применять методы; - излагает материал непоследовательно, допускает ошибки.
2	Обучающийся обнаруживает неполное незнание некоторой части раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.
1	Обучающийся обнаруживает незнание некоторой части раздела изучаемого материала, допускает существенные ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.
0	Обучающийся обнаруживает незнание большей части раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных обучающимся на протяжении занятия.

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемая компетенция ОПК-2)

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Вычислительная теплопередача».

Самостоятельная работа оценивается степенью освоения вопросов для самостоятельного изучения и индивидуальным выполнением заданий к практическим занятиям.

Задача 1. Покажите, что постоянная M в оценке

$$\|u(x)\|_{C(\Omega)} \leq \|g(x)\|_{C(\partial\Omega)} + M\|f(x)\|_{C(\Omega)},$$

решения задачи Дирихле

$$Lu = - \sum_{\alpha, \beta=1}^m \frac{\partial}{\partial x_{\alpha}} \left(k_{\alpha\beta}(x) \frac{\partial u}{\partial x_{\beta}} \right) + \sum_{\alpha=1}^m b_{\alpha}(x) \frac{\partial u}{\partial x_{\alpha}} = f(x), \quad x \in \Omega,$$

$$u(x) = g(x), \quad x \in \partial\Omega,$$

может быть выбрана равной $\|v(x)\|_{C[\Omega]}$, где функция $v(x)$ удовлетворяет условиям:

$$Lv \geq 1, \quad x \in \Omega, \quad v(x) \geq 0, \quad x \in \partial\Omega,$$

$$x \in \partial\Omega,$$

Задача 2. Покажите положительную определенность оператора

$$A'u \equiv - \sum_{\alpha, \beta=1}^m \frac{\partial}{\partial x_{\alpha}} \left(k_{\alpha\beta}(x) \frac{\partial u}{\partial x_{\beta}} \right) + \sum_{\alpha=1}^m b_{\alpha}(x) \frac{\partial u}{\partial x_{\alpha}}$$

на множестве функций, удовлетворяющих однородным граничным условиям первого рода, если

$$\operatorname{div} b = \sum_{\alpha=1}^m \frac{\partial b_{\alpha}}{\partial x_{\alpha}} = 0,$$

Задача 3. Покажите энергетическую эквивалентность разностного оператора задачи стационарной теплопроводности в анизотропных средах с граничными условиями первого рода: рассмотреть краевую задачу

$$Lu = f(x), \quad x \in \Omega,$$

$$u(x) = 0, \quad x \in \partial\Omega$$

где

$$Lu = \sum_{\alpha, \beta=1}^2 L_{\alpha\beta} u, \quad L_{\alpha\beta} u = -\frac{\partial}{\partial x_\alpha} \left(k_{\alpha\beta}(x) \frac{\partial u}{\partial x_\beta} \right),$$

при

$$k_{\alpha\beta}(x) = k_{\beta\alpha}(x).$$

т.е. при конвективном переносе тепла в несжимаемой среде.

Задача 4. Для одномерной нестационарной задачи теплопроводности

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} &= f(x, t), \quad 0 < x < l, \quad 0 < t \leq T, \\ u(0, t) &= g_1(t), \quad u(l, t) = g_2(t), \quad 0 < t \leq T, \\ u(x, 0) &= u_0(x), \quad 0 < x < l \end{aligned}$$

постройте двухслойную разностную схему повышенного порядка аппроксимации ($\psi = O(\tau^2 + h^4)$).

Задача 5 . Для задачи теплопроводности

$$c(x, u) \frac{\partial u}{\partial t} + Lu = f(x, t, u), \quad (x, t) \in Q,$$

где

$$Lu \equiv -\sum_{\alpha=1}^m \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \left(k(x, u) \frac{\partial u}{\partial x_\alpha} \right)$$

при условиях $u(x, t) = g(x, t), \quad x \in \Gamma, \quad u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in \Omega, \quad c = c(x), \quad k = k(x)$

постройте линейные схемы предиктор-корректора второго порядка аппроксимации по времени и по пространству.

5.1.3. Типовые тестовые задания по дисциплине «Вычислительная теплопередача»

Для каждого из заданий этой группы выберите номер правильного ответа.

I.S: Закон Фурье определяется формулой

$$+ q = -k \operatorname{grad} T, \text{ где } k - \text{коэффициент теплопроводности}$$

- Лапласа
- Грина
- Стокса

I.S: Закон сохранения энергии определяется формулой

$$+ c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \operatorname{div} (k \operatorname{grad} T) + f$$

- Лапласа
- Грина
- Стокса

I.S: Для уравнения теплопроводности граничное условие Неймана (заданный тепловой поток) имеет вид...

$$+ \frac{\partial u}{\partial \nu} = g(x), \quad \text{где} \quad \frac{\partial u}{\partial \nu} = \sum_{\alpha, \beta}^m k_{\alpha, \beta} \frac{\partial u}{\partial x_{\beta}} \cos(n, x_{\alpha}), \quad x \in \partial\Omega$$

- разностной схемы
- матрицы
- теплопроводности

I.S: Конвективный теплообмен с окружающей средой моделируется граничным условием...

$$+ \frac{\partial u}{\partial \nu} + \sigma(x)u = g(x), \quad x \in \partial\Omega, \quad \text{где} \quad \sigma(x) \geq 0$$

- скалярным произведением
- теплопроводностью
- водопроницаемостью

I.S: Уравнение теплопроводности, когда источниковый член содержит слагаемое пропорциональное температуре, имеет вид...

$$+ - \sum_{\alpha, \beta=1}^m \frac{\partial}{\partial x_{\alpha}} \left(k_{\alpha, \beta}(x) \frac{\partial u}{\partial x_{\beta}} \right) + c(x)u = f(x), \quad x \in \Omega$$

- разностной схемы
- матрицы
- водопроницаемости

I.S: Если внутри неравномерно нагретого тела распределены источники тепла интенсивности $f(x, y, z)$, то температура $U(x, y, z)$, этого тела удовлетворяет уже не

уравнению Лапласа, а уравнению $\Delta U = -\frac{1}{k} f(x, y, z)$, которое называется

уравнением

- + Пуассона
- Бицадзе
- Трикоми
- Колмогорова

<http://open.kbsu.ru/moodle/course/search.php?search=>

Методические рекомендации по решению задач

Приступая к решению задач, необходимо внимательно изучить теоретический материал по темам, разобрать приводимые в теоретическом материале каждой темы примеры. При выполнении заданий используются формулы и методы, представленные по каждой теме.

Цель заданий – сформировать навык решения практических прикладных задач, навык оценки точности полученного решения и анализа поведения ошибок

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи)

Самостоятельная работа оценивается степенью освоения вопросов для самостоятельного изучения и индивидуальным выполнением заданий к практическим занятиям.

В результате знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Количество баллов	Критерии оценивания
5	Обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, свободно использует необходимые формулы при решении задач.
4	Обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;
3	Обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач.
2	Обучающийся имеет неполное знание и понимание основного материала по поставленным вопросам, не усвоил его деталей, допускает неточности при решении задач.
1	Обучающийся обнаруживает значительное незнание и понимание основного материала по поставленным вопросам, не усвоил его деталей, допускает существенные неточности при решении задач.
0	Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных обучающимся на протяжении занятия.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля

Рубежный контроль проводится с целью определения качества освоения учебного материала в целом. Рубежный контроль осуществляется по более или менее

самостоятельным разделам курса и проводится по окончании изучения материала в заранее установленное время.

В течение семестра проводится *три рубежных контрольных мероприятия по графику*.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течении учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества.

На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

Проведение рейтинговых контрольных мероприятий для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается адаптированными контрольно-измерительными материалами и соответствующей технологией аттестации.

5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы, коллоквиума (контролируемая компетенция ОПК-2)

Оценочные материалы для коллоквиумов приведены в п.5.1.1, а оценочные материалы для контрольной работы – в п.5.1.2.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)

Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
3	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Обучающийся не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита практических работ. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита практических работ. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита практических занятий. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

5.2.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (контролируемая компетенция ОПК-2)

Целью промежуточной аттестации по дисциплине «Вычислительная теплопередача» является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в форме проведения экзамена, которым заканчивается изучение дисциплины. Он может проводиться в устной и письменной форме. Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по данной дисциплине.

Для допуска к экзамену, обучающемуся необходимо иметь не менее 36 баллов.

***Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Вычислительная теплопередача»
(контролируемая компетенция ОПК-2)***

1. Модельная однофазная одномерная задача Стефана.
2. Ловля фронта в узел пространственной сетки.
3. Метод выпрямления фронта.
4. Выпрямление фронта в двумерной задаче.
5. Общее преобразование независимых переменных.
6. Двухфазная задача Стефана.
7. Разностная схема со сглаженными коэффициентами.
8. Экономичные схемы.
9. Энтальпийная формулировка задачи Стефана.
10. Комбинированные алгоритмы.
11. Однофазная задача Стефана.
12. Преобразование Дювю.
13. Метод штрафа.
14. Разностные схемы метода штрафа.
15. Двумерная модельная задача.
16. Алгоритм сквозного счёта.
17. Выделение границы фазового перехода.
18. Однофазная задача.
19. Введение новой неизвестной.
20. Обращение переменных.
21. Двухфазная зона.
22. Кристаллизация без перераспределения примеси.
23. Термодиффузионная задача Стефана.

24. Численное решение термодиффузионной задачи

**Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации
(для экзамена в случае, если экзаменационный билет содержит два вопроса)**

Семестр	Шкала оценивания (по итогам текущего и рубежного контроля)			
	Неудовлетворит. (36-60 баллов)	Удовлетворит. (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
6	Обучающийся имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Обучающийся имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Обучающийся имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Обучающийся имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Обучающийся имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос	Обучающийся имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Обучающийся имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Обучающийся имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	Обучающийся имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Учебная работа по дисциплине «Вычислительная теплопередача» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы.

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая обучающимся по дисциплине

включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения обучающимся учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость обучающегося по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний обучающегося по результатам промежуточной аттестации (не более 30 баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Вычислительная теплопередача» в 6 семестре является экзамен.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих:

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене обучающийся демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене обучающийся демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене обучающийся демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению

качества выполнения учебных заданий. На экзамене обучающийся демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма в баллах	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1.	Посещение занятий	10	3	3	4
2.	Текущий контроль:	до 30	до 10	до 10	до 10
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)	0 -15	0 - 5	0 -5	0 - 5
3.	Рубежный контроль	до 30	до 10	до 10	до 10
	<i>тестирование</i>	0- 12	0- 4	0- 4.	0- 4.
	<i>коллоквиум</i>	0 - 18	0 - 6	0 -6	0 - 6
4.	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70	до 23	до 23	до 24
1.	Первый этап (базовый уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36	не менее 12	не менее 12	не менее 12
2.	Второй этап (продвинутый уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 (51-69)	менее 23	менее 23	менее 24
5.	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70	не менее 23	не менее 23	не менее 24

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

По дисциплине «Вычислительная теплопередача» учебным планом предусмотрена форма промежуточной аттестации – экзамен 6 семестр. Проводится комплексная проверка обучающихся на определение степени овладения знаниями, умениями и навыками, полученными на занятиях, а также путём самостоятельной работы.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций **ОПК-2** представлены в таблице 7.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения		Вид оценочного материала, обеспечивающий формирование компетенций
ОПК-2 Способен использовать и	ОПК-2.1. Способен применять	ОПК-2.1. 3-1. Знает арсенал и области применения	

<p>адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач</p>	<p>базовые знания к существующим математическим методам и системам программирования</p>	<p>современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач, имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций</p> <p>ОПК-2.1. У-1. Умеет описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики аппарата и естественнонаучных дисциплин</p> <p>ОПК-2.1. В-1. Владеет навыками производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также проводить последующую аналитическую работу с полученными данными</p> <p>ОПК-2.2. З-1. Знает методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования</p> <p>ОПК-2.2. У-1. Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования</p>	<p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (п. 5.1.1); типовые оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2); типовые оценочные материалы к экзамену (п. 5.2.2.)</p>
---	---	---	---

		программного обеспечения, применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов ОПК-2.2. В-1. Владеет навыками программирования элементов компьютерной графики и навыками создания правильных, геометрических и реалистичных изображений на экране компьютера	
--	--	---	--

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в 5 разделе «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить:

- Способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат - **ОПК-2**.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 №301 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 14.07.2017 № 47415).
2. ЭБС «Консультант студента» Учебники, учебные пособия, по всем областям знаний для ВО и СПО, а также монографии и научная периодика/ <http://www.studmedlib.ru>., ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №122СЛ/09-2018 от 17.09.2018г.
3. ЭБС «АйПиЭрбукс» 107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудио изданий/

<http://iprbookshop.ru>, ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов). Лицензионный договор №3514/18.

7.2. Основная литература

1. Аникеев А.А., Молчанов А.М., Янышев Д.С. Основы вычислительного теплообмена и Гидродинамики/ Учебное пособие. 2010.-152с. ISBN 978-5-397-01078-8
2. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. М., Книжный дом ЛИБРОКОМ», 2009.
3. Шхануков-Лафишев М.Х., Алиханов А.П., Баззаев А.К., Худалов М.З. Разностные методы решения дифференциальных уравнений дробного порядка. Изд-во LAMBERT, 2017. - 238с.

7.3. Дополнительная литература

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 1987. — 635с.
2. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. Москва: Издание Московского университета, 2010
3. Демидович Б.П., Шувалова Э.З., Марон И.А. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. Санкт-Петербург: Лань, 2008.
4. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 2008.
5. Рациков В.И., Рошаль А.С. Численные методы решения физических задач. Санкт-Петербург: Лань, 2005.
6. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 2006

7.4. Периодические издания

1. Журнал «Математическое моделирование»
2. Журнал «Информатика и управление»
3. Журнал «Современные информационные технологии»

7.5. Интернет-ресурсы

1. <http://www.EXPonent.ru>
2. <http://www.yandex.ru/>
3. <http://Math.ru>
4. <http://electrolibrary.narod.ru>
5. <http://electrolibrary.narod.ru>
6. <http://lib.mexmat.ru>
7. <http://math-portal.ru>

8. <http://uchites.ru>
9. <http://softlab-portable.ru>
10. <http://intuit.ru>

При проведении занятий лекционного типа практических (семинарских) занятий используются сведения об электронных информационных ресурсах, к которым обеспечен доступ для пользователей библиотеки КБГУ (2023г.).

***Перечень актуальных электронных информационных баз данных,
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч. год)***

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollelib.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		языке)»		№849КС/03-2023 от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №41ЕП/223 от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Коллекция электронных изданий «ФПУ. 10-11 кл. Изд-во «Просвещение». Общеобразовательные предметы.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №246ЕП/223 от 31.07.2023 г. Активен до 01.09.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №75/ЕП-223	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

				от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	
8.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	http://iprbookshop.ru/ http://www.ros-edu.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №142/ЕП- 223 от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №305/ЕП- 223 От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №44/ЕП- 223 От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP- адресам КБГУ

12.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)
-----	--	---	---	---	--

7.6.Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

Учебная работа по дисциплине «Вычислительная теплопередача» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 59,2% (в том числе лекционных занятий – 23,6%, практических занятий – 35,6%), доля самостоятельной работы – 22,2 %. Соотношение лекционных и практических занятий к общему количеству часов соответствует

Для подготовки к практическим занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Вычислительная теплопередача» для обучающихся

Цель курса «Вычислительная теплопередача» - подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики, к умению применять полученные знания к решению прикладных задач математической физики. Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. При изучении дисциплины, обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать

занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к практическим занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому обучающемуся необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии обучающихся. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся.

Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Для самостоятельной работы имеются помещения, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную библиотеку. Имеется электронный вариант конспекта лекций,

Самостоятельная работа обучающихся – способ активного, целенаправленного приобретения обучающимся новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль обучающегося в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит обучающегося к получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;

- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

- 1) проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- 2) выполнение разно уровневых задач и заданий;
- 3) работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- 4) выполнение итоговой контрольной работы.

Обучающемуся рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые обучающийся получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса обучающийся может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций и лабораторный практикум. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала.

Самостоятельная работа обучающихся предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости обучающийся может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее обучающимся и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы обучающегося и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Обучающийся может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Обучающийся имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде обучающегося имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет обучающемуся своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий – это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает обучающемуся сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов обучающийся будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

- чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название, автор, источник, основная идея текста, фактический материал, анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам, новизна;
- прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм: медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного; выделить ключевые слова в тексте; постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
- прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Экзамен в 6 семестре является формой итогового контроля знаний и умений, обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень

усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой.

К экзамену допускаются обучающиеся, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене обучающийся может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести обучающихся на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене обучающийся демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат

незначительные ошибки. На экзамене обучающийся демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене обучающийся демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене обучающийся демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

№ п/п	Наименование программы, право использования которой предоставляется	Страна происхождения	Срок действия программного обеспечения	Кол-во
1.	<i>Операционная система РЕД ОС. Конфигурация: «Рабочая станция»</i>	Российская Федерация	12 месяцев	1000
2.	Система оптического распознавания текста <i>SETERE OCR</i> для РЕД ОС	Российская Федерация	12 месяцев	30
3.	Лицензия на программное обеспечение средств антивирусной защиты	Российская Федерация	12 месяцев	700

	<i>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition</i>			
4.	Право использования программного обеспечения для планирования и проведения онлайн-мероприятий (трансляций, телемостов/ аудио-видеоконференций, вебинаров) <i>Webinar Enterprise TOTAL 150 участников</i>	Российская Федерация	12 месяцев	1
5.	Лицензия на программное обеспечение для векторного графического редактора для создания и редактирования графических схем, чертежей и блок-схем <i>Асмо-графический редактор</i>	Российская Федерация	бессрочные	32
6.	Предоставление неисключительных прав на использование программного обеспечения Системы <i>Spider Project Professional</i>	Российская Федерация	бессрочные	16

8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с нарушениями зрения;
 - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
 - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий обучающемуся необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию обучающегося экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Лист изменений (дополнений)

в рабочей программе дисциплины «Вычислительная теплопередача» направления подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика на 2023-2024 учебный год.

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1.			
2.			
3.			

Обсуждена и рекомендована на заседании

кафедры Прикладной математики и информатики
наименование кафедры

Протокол № _____ от «_____» _____ 2023 г.

Зав. кафедрой _____ А.Р. Бечелова