

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 А.Р. Бечелова
« 02 » 09 2022г.

УТВЕРЖДАЮ



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

01.04.02 – Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки)

Магистерская программа

«Математическая физика и современные компьютерные технологии»

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Нальчик - 2022

Рабочая программа дисциплины «Численные методы решения задач математической физики» /сост. М.Х. Абрегов – Нальчик: КБГУ, 2022. – 33с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины ««Численные методы решения задач математической физики» магистрантам очной формы обучения по направлению подготовки 01.04.02 – «Прикладная математика и информатика» магистерской программы «Математическая физика и современные компьютерные технологии» во 2 семестре 1 года.

Рабочая программа составлена с учётом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 – «Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. № 13 (Зарегистрировано в Минюсте России 06.02.2018 № 49939).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	17
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины	18
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	29
9. Лист изменений (дополнений)	33

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины (модуля): усвоение различных численных методов решения уравнений математической физики.

Задачи:

- научить самостоятельно решать численными методами типичные задачи для уравнений математической физики, пользуясь ЭВМ;
- привить обучающимся умение самостоятельно изучать учебную и научную литературу по математике, развить у них математический стиль мышления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Численные методы решения задач математической физики» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) основной образовательной программы по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика магистерской программы «Математическая физика и современные компьютерные технологии».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В совокупности с другими дисциплинами по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика магистерской программы «Математическая физика и современные компьютерные технологии» дисциплина «Численные методы решения задач математической физики» направлена на формирование следующих компетенций, в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры):

универсальных (УК):

Коды	Содержание компетенций
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- постановку и условия разрешимости классических задач математической физики;
- методы исследования условий разрешимости начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности;
- методы исследования условий разрешимости первой краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля;
- методы аппроксимации дифференциальных задач конечно-разностными схемами,

-программные средства и пакеты прикладных программ для реализации вычислительных методов.

Уметь:

-реализовывать на одном из алгоритмических языков высокого уровня численные методы решения задач математической физики;

-пользоваться готовыми программами для решения задач математической физики конечно-разностными методами;

-оценивать погрешности вычислительных методов и погрешности полученных результатов их применения.

-методами исследования на разрешимость задач математической физики;

-конечно-разностными методами решения задач математической физики.

-навыками работы с пакетами прикладных программ, применяемыми для приближенных вычислений при решении прикладных задач.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины «Численные методы решения задач математической физики», 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.	Классические и неклассические задачи математической физики	Краевые задачи для ОДУ второго порядка. Функция Грина. Начально-краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности. Задача Коши для волнового уравнения с нелокальным условием.	УК-6	Практическая работа (ПР), домашнее задание (ДЗ), рубежный контроль (РК)
2	Численные методы решения стационарных задач математической физики	Конечно-разностный метод решения краевой задачи для ОДУ второго порядка. Численный метод решения краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.	УК-6	ПР, ДЗ, РК
3	Численные методы решения нестационарных задач математической физики	Метод сеток решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности. Метод сеток решения задачи Коши для волнового уравнения.	УК-6	ПР, ЛР, ДЗ, РК

4	Численные методы решения неклассических задач математической физики	Метод сеток решения начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности. Метод сеток решения задачи Коши для волнового уравнения с нелокальным условием.	УК-6	ПР, ЛР, ДЗ, РК
---	---	--	------	----------------

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

Таблица 2. Структура дисциплины «Численные методы решения задач математической физики»

Вид работы	Трудоёмкость часов / зачетных единиц	
	2 семестр	Всего
Общая трудоёмкость (в часах)	180	180
Контактная работа (в часах)	51	51
Лекционные занятия (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа (вне аудиторная):	102	102
Расчетно-графическое задание	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (КР)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	102	102
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.	Введение. Классические и неклассические задачи математической физики.
2.	Краевые задачи для обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) второго порядка. Функция Грина.
3.	Метод априорных оценок доказательства единственности решения краевых задач для дифференциальных уравнений.
4.	Неравенство Коши-Буняковского. Простейшие теоремы вложения Соболева.
5.	Аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Оценка погрешности аппроксимации.
6.	Конечно-разностный метод решения первой краевой задачи для оператора Штурма-Лиувилля.
7.	Теоремы сравнения. Оценка решения первой краевой задачи для оператора Штурма-Лиувилля.

8.	Первая краевая задача для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля. Условия разрешимости.
9.	Конечно-разностный метод решения первой краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
10.	Метод сеток решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.
11.	Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Метод Фурье.
12.	Метод сеток приближенного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
13.	Задача Коши для волнового уравнения с нелокальным условием.
14.	Численный метод решения задачи Коши для волнового уравнения с нелокальным условием.
15.	Первая краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности. Условия разрешимости.
16.	Численный метод решения первой краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.

Таблица 4. Практические занятия

№ п/п	Тема
1.	Введение. Классические и неклассические задачи математической физики.
2.	Краевые задачи для оператора Штурма-Лиувилля. Функция Грина.
3.	Метод априорных оценок доказательства единственности решения краевых задач для дифференциальных уравнений.
4.	Конечно-разностная схема первой краевой задачи для оператора Штурма-Лиувилля.
5.	Метод прогонки решения системы линейных алгебраических уравнений.
6.	Метод априорных оценок доказательства сходимости конечно-разностных схем.
7.	Конечно-разностная схема краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
8.	Априорная оценка погрешности конечно-разностной схемы первой краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
9.	Реализация на компьютере конечно-разностного метода решения краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля..
10.	Приближенное решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа.
11.	Метод сеток приближенного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
12.	Метод сеток решения задачи Коши для уравнения теплопроводности с нелокальным условием.
13.	Реализация на компьютере алгоритма приближенного решения задачи Коши для уравнения теплопроводности с нелокальным условием.
14.	Конечно-разностная схема начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.

15.	Алгоритм решения конечно-разностной схемы для нагруженного уравнения теплопроводности.
16.	Реализация на компьютере алгоритма приближенного решения первой краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.
17.	Введение. Классические и неклассические задачи математической физики.

Таблица 5. Лабораторные работы

№ п/п	Тема
1.	Лабораторные работы не предусмотрены
2.	

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплин

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Методы Монте-Карло решения дифференциальных уравнений.
2.	Метод сеток решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона.
3.	

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины «Численные методы решения задач математической физики» 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 знаний и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация.*

Контрольные мероприятия по дисциплине проводятся в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся КБГУ. Оценка успеваемости обучающихся осуществляется в ходе текущего и рубежного контроля, а также промежуточной аттестации.

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля

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 «Неклассические уравнения математической физики» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практических занятиях, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий с отчетом (защитой) в установленный срок.

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

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Численные методы решения задач математической физики» (контролируемые компетенции УК-6)

Тема 1.

1. Первая краевая задача для оператора Штурма-Лиувилля.
2. Тождество Лагранжа.
3. Функция Грина краевой задачи первого рода для оператора Штурма-Лиувилля.
4. Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Метод Фурье.
5. Задача Коши для волнового уравнения.
6. Первая краевая задача для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
7. Начально-краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности.
8. Краевая задача для волнового уравнения с нелокальным условием.

Тема 2.

1. Сетки и сеточные функции.
2. Разностная аппроксимация простейших дифференциальных операторов.
3. Метод прогонки решения системы линейных алгебраических уравнений с трех-диагональной матрицей.
4. Конечно-разностная схема первой краевой задачи для оператора Штурма-Лиувилля.
5. Условия однозначной разрешимости первой краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
6. Численный метод решения первой краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
7. Конечно-разностная схема повышенного порядка аппроксимации первой краевой задачи для оператора Штурма-Лиувилля.

Тема 3.

9. Метод сеток решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
10. Явная четырехточечная двухслойная схема.
11. Неявная четырехточечная двухслойная схема.

12. Семейство шеститочечных схем. Условие устойчивости.

Тема 4.

13. Метод сеток решения начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.

14. Алгоритм решения конечно-разностной схемы методом окаймления.

15. Разностные схемы для волнового уравнения.

16. Условия устойчивости разностных схем для волнового уравнения.

17. Метод сеток решения задачи Коши для волнового уравнения.

Тема 5.

18. Конечно-разностная схема начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.

19. Алгоритм решения конечно-разностной задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.

20. Конечно-разностная схема краевой задачи для волнового уравнения с нелокальным условием.

21. Алгоритм решения конечно-разностной задачи для волнового уравнения с нелокальным условием.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Численные методы решения задач математической физики». Развёрнутый ответ обучающегося должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

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) (контролируемые компетенции УК-6)

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Численные методы решения задач математической физики».

1. Разработать конечно-разностную схему на равномерной сетке с шагом $h=0.1$ задачи $y'' - y = 1$, $y(0) = 1$, $y(1) = 0$.
Построить алгоритм решения конечно-разностной схемы. Составить программу, реализующую построенный алгоритм.
Найти точное решение, оценить погрешность приближенного решения.
2. Решить конечно-разностным методом краевую задачу для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля:
 $y'' - 4y - y(0.5) = 1$, $y(0) = y(1) = 0$.
Построить алгоритм решения конечно-разностной схемы. Составить программу, реализующую построенный алгоритм.
Найти точное решение, оценить погрешность приближенного решения.
3. Решить методом сеток начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности
 $u_t = u_{xx}$, $0 < x < 1$,

$$u(0,t) = 0, \quad u(1,t) = 0, \quad 0 < t \leq 1,$$

$$u(x,0) = \sin(\pi x)$$

с шагом $\tau=0.1$ по оси Ot и с шагом $h=0.125$ по оси Ox :

- а) построить алгоритм решения задачи по чисто явной схеме;
- б) построить алгоритм решения задачи по чисто неявной схеме;
- в) построить алгоритм решения задачи по схеме Кранка-Николсона;
- б) составить программу, реализующую построенные алгоритмы;
- в) найти точное решение, оценить погрешность приближенного решения по каждому из алгоритмов.

4. Решить методом сеток начально-краевую задачу для нагруженного уравнения теплопроводности

$$u_t = u_{xx} + u(0.5,t), \quad 0 < x < 1,$$

$$u(0,t) = 0, \quad u(1,t) = 0, \quad 0 < t \leq 1,$$

$$u(x,0) = \sin(\pi x)$$

с шагом $\tau=0.1$ по t и $h=0.125$ по x :

- а) построить алгоритм решения по неявной схеме;
- б) составить программу, реализующую построенный алгоритм;
- в) проверить разработанный метод на тестовых примерах;

5. Решить методом сеток начально-краевую задачу для нагруженного уравнения теплопроводности

$$u_t = u_{xx} + u(0.5,t), \quad 0 < x < 1,$$

$$u(0,t) = 0, \quad u(1,t) = 0, \quad 0 < t \leq 1,$$

$$u(x,0) = x(1-x)$$

с шагом $\tau=0.1$ по t и $h=0.125$ по x :

- а) построить алгоритм решения по неявной схеме;
- б) составить программу, реализующую построенный алгоритм;
- в) проверить разработанный алгоритм на тестовых примерах.

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, что является

необходимым при применении численных методов.

**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.

Изучить самостоятельно:

1. Применение метода конечных разностей для решения многомерных задач математической физики.
2. Конечно-разностные схемы повышенного порядка аппроксимации.
3. Методы построения конечно-разностных схем.
4. Методы исследования устойчивости и сходимости конечно-разностных схем.
5. Методы регуляризации некорректных задач.
6. Метод коллокации приближенного решения краевых задач для ОДУ.
7. Метод Галеркина.
8. Метод конечных элементов.
9. Метод Рунге.
10. Применение метода конечных разностей в задачах тепломассопереноса

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. Рубежный контроль проводится в виде коллоквиумов (или самостоятельных, контрольных) на практических занятиях и типовых тестовых заданий.

В течение семестра проводится *три таких контрольных мероприятий 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.

5.2.1. Оценочные материалы для коллоквиумов (контрольных работ) (контролируемые компетенции УК-6)

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

Типовые варианты контрольных работ:

1. На отрезке $[0,1]$, методом конечных разностей на равномерной сетке с шагом $h=0.125$, найти приближенное решение задачи

$$u'' - 5u(0.375) = 2x, \quad u(0)=0, \quad u(1)=0.$$

Полученное решение сравнить с точным, оценить погрешность в равномерной норме.

2. Методом конечных разностей на равномерной сетке с шагом $h=0.125$ найти приближенное решение задачи

$$u'' - 9u - 5u(0.375) = 1, \quad u(0)=0; \quad u(1)=0.$$

Полученное решение сравнить с точным, оценить погрешность в равномерной норме.

3. Нагрузка уравнения $u'' - 3u(0.2) = 1$ задана в точке $x=$

-: 0

-: 1

-: 0.7

+: 0.2

4. Конечно-разностное отношение $(y[i+1] - 2y[i] + y[i-1]))/h/h$ аппроксимирует производную $u''(x(i))$ с точностью

+: второго порядка по шагу сетки;

-: первого порядка по шагу сетки;

-: четвертого порядка по шагу сетки;

-: шестого порядка по шагу сетки.

5. Конечно-разностное отношение $(y[i+1]-y[i])/h$ аппроксимирует производную $u'(x(i))$ с точностью

+: первого порядка по шагу сетки;

-: второго порядка по шагу сетки;

-: третьего порядка по шагу сетки;

-: четвертого порядка по шагу сетки.

6. Уравнение $u_t = u_{xx} + u\left(\frac{1}{2}, t\right)$ является

-: параболическим;

+: нагруженным параболическим;

-: гиперболическим;

-: нагруженным гиперболическим.

7. Задачу

$$u(0,t)=0, \quad u(1,t)=0,$$

$$u(x,0)=\sin(\pi x)$$

решить методом Фурье, найти след решения при $x=0.25$.

Разработать алгоритм решения задачи конечно-разностным методом.

Реализовать разработанный алгоритм на одном из алгоритмических языков программирования.

Оценить погрешность решения.

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
2	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, ответы на	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение

	допускается к промежуточной аттестации	коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».
--	--	--	--	---

5.2.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (контролируемые компетенции УК-6)

Целью промежуточной аттестации по дисциплине «Численные методы решения задач математической физики» является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. реализации для текущего контроля наиболее подходящих оценочных средств.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Численные методы решения задач математической физики» 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 дисциплине «Решение задач математической физики методом конечных элементов».

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

Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Численные методы решения задач математической физики» (контролируемая компетенция УК-6)

1. Первая краевая задача для оператора Штурма-Лиувилля.
2. Тождество Лагранжа.
3. Функция Грина краевой задачи первого рода для оператора Штурма-Лиувилля.
4. Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Метод Фурье.
5. Задача Коши для волнового уравнения.
6. Первая краевая задача для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
7. Начально-краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности.
8. Краевая задача для волнового уравнения с нелокальным условием.
9. Сетки и сеточные функции.
10. Разностная аппроксимация простейших дифференциальных операторов.
11. Метод прогонки решения системы линейных алгебраических уравнений с трех-диагональной матрицей.

12. Конечно-разностная схема первой краевой задачи для оператора Штурма-Лиувилля.
13. Условия однозначной разрешимости первой краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
14. Численный метод решения первой краевой задачи для нагруженного оператора Штурма-Лиувилля.
15. Конечно-разностная схема повышенного порядка аппроксимации первой краевой задачи для оператора Штурма-Лиувилля.
16. Метод сеток решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
17. Явная четырехточечная двухслойная схема для уравнения теплопроводности.
18. Неявная четырехточечная двухслойная схема для уравнения теплопроводности.
19. Семейство шеститочечных схем для уравнения теплопроводности. Условие устойчивости.
20. 13. Метод сеток решения начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.
21. 14. Алгоритм решения конечно-разностной схемы методом окаймления.
22. 15. Разностные схемы для волнового уравнения.
23. 16. Условия устойчивости разностных схем для волнового уравнения.
24. Метод сеток решения задачи Коши для волнового уравнения.
25. Конечно-разностная схема начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.
26. 19. Алгоритм решения конечно-разностной задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.
27. Конечно-разностная схема краевой задачи для волнового уравнения с нелокальным условием.
28. Алгоритм решения конечно-разностной задачи для волнового уравнения с нелокальным условием.

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

Учебная работа по «Численные методы решения задач математической физики» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы.

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

По дисциплине «Численные методы решения задач математической физики» в учебном плане предусмотрены форма промежуточной аттестации – экзамен во 2 семестре.

Проводится комплексная проверка обучающихся на определение степени овладения знаниями, умениями и навыками, полученными на занятиях, а также путём самостоятельной работы.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций	Основные показатели оценки результатов обучения
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Способен определять основные принципы профессионального и личностного развития.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (п. 5.1.1); типовые оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2); типовые тестовые задания (п. 5.2.2); типовые оценочные материалы к экзамену (п. 5.2.3).	Знать: Способы самооценки и самоопределения. Уметь: Оценить возможности реализации собственных профессиональных целей и расставить приоритеты. Владеть: Навыками самосовершенствования собственной деятельности на основе самооценки.
	УК-6.2. Способен к совершенствованию своей познавательной деятельности на основе самооценки и принципов образования в течение всей жизни.		Знать: Основные принципы мотивации и стимулирования карьерного развития. Уметь: Проводить анализ результатов своей социальной и профессиональной деятельности. Владеть: Навыками выстраивать гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644).

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 – «Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры)», утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. № 13 (Зарегистрировано в Минюсте России 06.02.2018 № 499393).
3. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/

7.2. Основная литература

1. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. Москва: Издание Московского университета, 2010, 168с. [Просмотр файла 91459_99a74a034bb9a023a401a5695f39d734 - FileSkachat.com](#)
2. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. М.: Высшая школа, 2002. [Просмотр файла 91459_99a74a034bb9a023a401a5695f39d734 - FileSkachat.com](#)
3. Самарский А.А. Теория разностных схем. -М.: Наука, 1989. [book1977.pdf - Яндекс.Документы \(yandex.ru\)](#)
4. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. -М.: Наука, 1989. [book1989.pdf - Яндекс.Документы \(yandex.ru\)](#)
5. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1972. [Тихонов - Уравнения математической физики.pdf - Яндекс.Документы \(yandex.ru\)](#)
6. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1980.

7.3. Дополнительная литература

1. Калиткин Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978, 512с.
2. Рашиков В.И., Рошаль А.С. Численные методы решения физических задач. Санкт Петербург: Лань, 2005, 208с.

7.4. Периодические издания

1. Журнал вычислительной математики и математической физики (ЖВМ и МФ)
2. Вестник СОГУ. Серия «Естественные науки», Владикавказ.
3. Известия КБНЦ РАН. Нальчик.

7.5. Интернет-ресурсы

1. <http://www.EXPonent.ru>
2. <http://iem.phys.dcn-asu.ru/stud/VM/vmii.html>
3. <http://Math.ru>
4. <http://electrolibrary.narod.ru>
5. <http://lib.mexmat.ru>

6. <http://math-portal.ru>
7. <http://uchites.ru>
8. <http://softlab-portable.ru>
9. <http://intuit.ru>
10. <http://eduScan.net>
11. <http://ph4s.ru>

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

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ
(2022-2023 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»	Полный доступ
2.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 Активен до 31.07.2023г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний,	http://www.studmedlib.ru http://www.medc	ООО «Консультант студента»	Полный доступ (регистрация)

		включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	olgelib.ru	(г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 Активен до 30.09.2023г.	по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке) »	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №701КС/02-2022 от 13.04.2022 Активен до 19.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	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 №6ЕП/223 от 15.02.2022 Активен до 28.02.2023г.	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://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/166 б-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPRbooks»	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) Договор №9200/22П от 08.04.2022 Активен до 02.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии	https://www.biblio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		периодических изданий по различным областям знаний.		№192/ЕП-223 От 29.10.2021 Активен до 31.10.2022 г.	
9.	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
10.	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 «Численные методы решения задач математической физики» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы.

При изучении дисциплины, обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, 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

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 занятия – составная часть учебного процесса, проходящие при активном участии обучающихся. Они 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, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к этим занятиям необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

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.

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.

Обучающимся 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 конспект лекций. 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 возможность 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.

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 во 2-ом 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. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

зарубежное лицензионное программное обеспечение:

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
1.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
2.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
3.	MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
4.	MSAcademicEES	WINEDUperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES (Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
5.	StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
6.	Mathlab/Simulink	ТАН-25	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №80/ЕЛ-223
7.	Embarcadero	RAD Studio Architect Concurrent AcademicEdition 1 Year Term License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
8.	AdobeCreativeCloud	Adobe Creative Cloud for Teams – All Apps. Лицензии Education Device license для образовательных организаций	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
9.	Sketchup	SketchUp Pro 2020 - License for Education -- LAB for 1 year.	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
10.	PTC	Mathcad Education - University Edition Subscription (50 pack)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
11.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
12.	ABBYY	ABBYY FineReader	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

Зарубежное программное обеспечение (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Лицензии
1.		Web Browser - Firefox	Бесплатно
2.		AtomEditor	Бесплатно
3.		Python	Бесплатно
4.	IBM	Eclipse	Бесплатно
5.	Фирма Sun Microsystems	Apache OpenOffice	Бесплатно

Российское лицензионное программное обеспечение:

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
1.	Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
2.	DrWeb	Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления на 12 мес., 200 ПК, продление	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	-
3.		Антиплагиат ВУЗ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

Российское программное обеспечение (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензии
1.	StarForce Technologies, Россия, Москва	Foxit PDF Reader	для просмотра электронных документов в стандарте PDF	Бесплатно
2.	Россия	7zip	архиватор	Бесплатно

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

Для студентов 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 студентов 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 студенту 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, объекты 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 студента 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 рабочую программу по дисциплине «Численные методы решения задач математической физики» направления подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика направленности «Математическая физика и современные компьютерные технологии» на 2022-2023 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

Протокол № 2 от «02» сентября 2022г.

Зав. кафедрой _____ А.Р. Бечелова