

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

**«ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРИ РЕШЕНИИ 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 - 2023

Рабочая программа дисциплины «Применение численных методов при решении задач математической физики» /сост. Нахушева Ф.М. – Нальчик: КБГУ, 2023. – 31с.

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» в 1 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	7
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	16
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины	18
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	28
9. Лист изменений (дополнений).....	31

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 «Применение численных методов при решении 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

Дисциплинами «Применение численных методов при решении 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):

Код и содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.	ОПК-1.1. Способен найти оптимальные подходы к решению актуальных задач фундаментальной и прикладной математики
	ОПК-1.2. Способен решать задачи фундаментальной и прикладной математики.

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 «Применение численных методов при решении 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. Начально-краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности. Задача Коши для волнового уравнения с нелокальным условием.	ОПК-1	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.	ОПК-1	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	ОПК-1	ПР, ЛР, ДЗ, РК

		уравнения.		
4	Численные методы решения неклассических задач математической физики	Метод сеток решения начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.	ОПК-1	ПР, ЛР, ДЗ, РК

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

Таблица 2. Структура дисциплины «Применение численных методов при решении задач математической физики»

Вид работы	Трудоёмкость часов / зачетных единиц	
	1 семестр	Всего
Общая трудоёмкость (в часах)	144	144
Контактная работа (в часах)	51	51
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	17	17
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	34
<i>Семинарские занятия (СЗ)</i>	-	-
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа (вне аудиторная):	84	84
Расчетно-графическое задание	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (КР)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	84	84
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	зачёт	зачёт

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.
3.	Метод априорных оценок доказательства единственности решения краевых задач для дифференциальных уравнений.
4.	Аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Оценка погрешности аппроксимации.
5.	Метод сеток решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.
6.	Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Метод Фурье.
7.	Метод сеток приближенного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
8.	Задача Коши для волнового уравнения с нелокальным условием.

9.	Численный метод решения задачи Коши для волнового уравнения с нелокальным условием.
10.	Первая краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности. Условия разрешимости.
11.	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.	Метод априорных оценок доказательства единственности решения краевых задач для дифференциальных уравнений.
3.	Метод прогонки решения системы линейных алгебраических уравнений.
4.	Метод априорных оценок доказательства сходимости конечно-разностных схем.
5.	Приближенное решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа.
6.	Метод сеток приближенного решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
7.	Метод сеток решения задачи Коши для уравнения теплопроводности с нелокальным условием.
8.	Конечно-разностная схема начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.
9.	Алгоритм решения конечно-разностной схемы для нагруженного уравнения теплопроводности.
10.	Реализация на компьютере алгоритма приближенного решения первой краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.
12.	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 «Применение численных методов при решении 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 (19.01.2016г.). 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 «Применение численных методов при решении задач математической физики»» (контролируемые компетенции ОПК-1)

Тема 1.

1. Тожество Лагранжа.
2. Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Метод Фурье.
3. Задача Коши для волнового уравнения.
4. Начально-краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности.
5. 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.

Тема 3.

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

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 «Применение численных методов при решении 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;

	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Обучающийся обнаруживает знание и понимание основного материала по данной теме, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 ОПК-1)

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Применение численных методов при решении 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:

$$y'' - 4y - y(0.5) = 1, \quad y(0) = y(1) = 0.$$

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

$$u_t = u_{xx}, \quad 0 < x < 1,$$

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

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

с шагом $\tau=0.1$ по оси O_t и с шагом $h=0.125$ по оси O_x :

- 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 ОПК-1)

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
3	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

**5.2.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации
(контролируемые компетенции ОПК-1)**

Целью промежуточной аттестации по дисциплине «Применение численных методов при решении 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 и представляет собой итоговую оценку знаний в форме проведения зачета, которым заканчивается изучение дисциплины. Он может проводиться в устной и письменной форме.

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

Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине

«Применение численных методов при решении задач математической физики» (контролируемая компетенция ОПК-1)

1. Тождество Лагранжа.
2. Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности. Метод Фурье.

3. Задача Коши для волнового уравнения.
4. Начально-краевая задача для нагруженного уравнения теплопроводности.
5. Краевая задача для волнового уравнения с нелокальным условием.
6. Сетки и сеточные функции.
7. Разностная аппроксимация простейших дифференциальных операторов.
8. Метод прогонки решения системы линейных алгебраических уравнений с трех-диагональной матрицей.
9. Метод сеток решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности.
10. Явная четырехточечная двухслойная схема для уравнения теплопроводности.
11. Неявная четырехточечная двухслойная схема для уравнения теплопроводности.
12. Семейство шести точечных схем для уравнения теплопроводности. Условие устойчивости.
13. 13. Метод сеток решения начально-краевой задачи для нагруженного уравнения теплопроводности.
14. 14. Алгоритм решения конечно-разностной схемы методом окаймления.
15. 15. Разностные схемы для волнового уравнения.
16. 16. Условия устойчивости разностных схем для волнового уравнения.
17. Метод сеток решения задачи Коши для волнового уравнения.
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.

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

Учебная работа по «Применение численных методов при решении задач математической физики» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы.

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№	Вид контроля	Сумма баллов
----------	---------------------	---------------------

п/п		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
	тестирование	0- 12	0- 4	0- 4.	0- 4.
	коллоквиум	0 - 18	0 - 6	0 -6	0 - 6
4	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70	до 23	до 23	до 24

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.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ОПК-1 представлены в таблице 7.

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
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК- 1.1. Способен найти оптимальные подходы к решению актуальных задач фундаментальной и прикладной математики.	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: Методы математического моделирования, информационные технологии и основы работы с ними Уметь: Использовать методы математического моделирования. Владеть: Методами математического моделирования, информационными технологиями и основами их использования.

	ОПК-1.2. Способен решать задачи фундаментальной и прикладной математики.	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: Современные тенденции развития, научные и прикладные достижения прикладной математики и информатики. Уметь: Использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения задач по теме научных исследований. Владеть: Навыками соблюдения техники безопасности при работе в научно-исследовательской лаборатории.
--	---	---	--

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 (2023-2024 уч. год)

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца;	Условия доступа
-------	-----------------------------------	------------------------	-------------	-------------------------------------	-----------------

				реквизиты договора	
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.medcollegelib.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 языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №849КС/03-2023 от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные	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)

		версии периодических изданий по различным областям знаний.			
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 от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский	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	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)		лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	
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 «Применение численных методов при решении 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

Курс «Применение численных методов при решении задач математической физики» 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 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

Зачет в 1-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 зачету допускаются обучающиеся, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля.

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

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:

№ 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 <i>Kaspersky Endpoint Security</i> для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Российская Федерация	12 месяцев	700

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 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 устной/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 «Применение численных методов при решении задач математической физики» с направления подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика направленности «Математическая физика и современные компьютерные технологии» 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

Протокол № 2 от «02» сентября 2023г.

Зав. кафедрой _____ А.Р. Бечелова