

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 М.Р. Яхутлова  
« 02 » 09 2022г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
А.Х. Шапсигов  
« 02 » 09 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СРЕДАХ С  
ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ»

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 «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» /сост. С.Х. Геккиева – Нальчик: КБГУ, 2022. – 36 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» магистрантам очной формы обучения направления 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 .....	9
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	15
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	19
8. Материально техническое обеспечение дисциплины.....	29
9. Лист изменений (дополнений) .....	32

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» является ознакомление студентов с основными математическими моделями процессов тепло и массообмена и методами их численной реализации.

Задачи изучения дисциплины – получение практических навыков по численной реализации на ЭВМ математических моделей тепло и массообменных процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» относится к Блока 1. Дисциплины (модули). Обязательная часть, 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 магистерской программы «Математическая физика и современные компьютерные технологии» дисциплина «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» 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-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ПКС-3	Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- Основы интегрирования и дифференцирования дробного порядка в объеме, необходимом для успешного освоения методологических и прикладных вопросов специальности. При этом проникать в суть идеи, понимать внутренние связи всех звеньев рассуждений, логику доказательств, понимать существо предмета как органического целого, как основы научного мышления и образа действия.

- методы исследования линейных краевых задач, описывающих модели различных физических, биологических и других явлений и процессов в средах с фрактальной геометрией
- Определения операторов дробного интегро-дифференцирования.
- Законы композиции операторов дробного дифференцирования, обобщенная формула Ньютона-Лейбница.
- Принципы экстремума, положительность операторов дробного интегро-дифференцирования.
- Связь с интегральными преобразованиями.
- Правило дифференцирования специальных функций.
- Методы решения линейных обыкновенных уравнений дробного порядка.
- Знать научные проблемы, как оставшиеся от прошлого, так и возникающие в настоящее время и настроиться на их решение.
- Следует знать историю предмета, о вкладе отечественных математиков в развитие теории дробного исчисления.

***Уметь:***

- Вычислять производные и интегралы произвольного порядка от степенных функций, тригонометрических функций, Миттаг-Леффлера.
- Решать интегральные уравнения дробного порядка.
- Решать задачу Коши для уравнения дробного порядка.
- Определять форму начальных данных для задачи Коши в локальной и нелокальной постановках.
- Применять законы композиции и обобщенную формулу Ньютона-Лейбница.
- Уметь творчески мыслить, иметь навыки самостоятельного пополнения знаний.
- Определять систематичность и глубину усвоения учебного материала, используя разнообразные приемы и средства контроля знаний.
- Применять рациональные приемы поиска, отбора и использования информации, осуществлять ее проверку и классифицировать ее источники.

***Владеть:***

- навыками решения обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка и уравнений математической физики
- исследования корректности постановки задач, решения смешанных краевых задач;
- использования теории аналитических функций для построения решений уравнений с дробной производной;
- методом априорных оценок

-

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

***Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций***

№ п/п	Наименование раздела / темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного
----------	--------------------------------	--------------------	--------------------------------------	----------------------------

			(или ее части)	средства
1	2	3	4	5
1.	Вводные сведения. Элементы дробного исчисления.	Специальные функции. Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка	УК-1, ПКС-3	Практическая работа (ПР), домашнее задание (ДЗ), рубежный контроль (РК)
2.	Некоторые качественные и структурные свойства операторов дробного интегродифференцирования	Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$ .	УК-1, ПКС-3	ПР, ДЗ, РК
3.	Задачи Дирихле и Коши для нелокальных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка	Уравнение Абеля первого рода. Формула обращения. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования. Пространство Гельдера.	УК-1, ПКС-3	ПР, ДЗ, РК
4	Математические модели, основанные на производных дробного порядка. Краевые задачи для уравнения диффузии дробного порядка.	Постановка задачи. Функция Миттаг-Леффлера. Функция типа Райта. Метод функции Грина. Метод априорных оценок.	УК-1, ПКС-3	ПР, ДЗ, РК
5	Уравнения переноса в средах с фрактальной геометрией.	Фракталы. Размерность по Хаусдорфу. Обобщенное уравнение диффузии.	УК-1, ПКС-3	ПР, ДЗ, РК

6	Смешанная задача для нелокального волнового уравнения.	Метод Фурье решения нелокального волнового уравнения. Метод априорных оценок. Доказательство единственности решения.	УК-1, ПКС-3	ПР, ДЗ, РК
7	Краевые задачи для модифицированного уравнения переноса с дробной по времени производной.	Смешанные краевые задачи. Метод прямых.	УК-1, ПКС-3	ПР, ДЗ, РК

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

**Таблица 2. Структура дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой»**

Вид работы	Трудоемкость часов	
	1 семестр	всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекционные занятия (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа (вне аудиторная):</b>	<b>67</b>	<b>67</b>
Расчетно-графическое задание	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (КР)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	67	67
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачёт</b>	<b>зачёт</b>

**Таблица 3. Лекционные занятия**

№ п/п	Тема
1.	<b>Вводные сведения. Элементы дробного исчисления. Специальные функции. Определение дробного интегро-дифференцирования.</b>

	Уравнение Абеля
2.	<b>Некоторые качественные и структурные свойства операторов дробного интегродифференцирования.</b> Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$ .
3.	<b>Задачи Дирихле и Коши для нелокальных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка</b> Уравнение Абеля первого рода. Формула обращения. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования. Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$ . Пространство Гельдера.
4.	<b>Математические модели, основанные на производных дробного порядка. Краевые задачи для уравнения диффузии дробного порядка.</b> Постановка задачи. Функция Миттаг - Леффлера. Функция типа Райта. Метод функции Грина. Метод априорных оценок.
5.	<b>Уравнения переноса в средах с фрактальной геометрией.</b> Фракталы. Размерность по Хаусдорфу. Обобщенное уравнение диффузии.
6.	<b>Смешанная задача для нелокального волнового уравнения.</b> Метод Фурье решения нелокального волнового уравнения.
7.	<b>Краевые задачи для модифицированного уравнения влагопереноса с дробной по времени производной.</b> Смешанные краевые задачи. Метод прямых.

**Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)**

№ п/п	Тема
8.	<b>Вводные сведения. Элементы дробного исчисления.</b> Специальные функции. Определение дробного интегро-дифференцирования. Уравнение Абеля
9.	<b>Некоторые качественные и структурные свойства операторов дробного интегродифференцирования.</b> Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$ .
10.	<b>Задачи Дирихле и Коши для нелокальных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка</b> Уравнение Абеля первого рода. Формула обращения. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования. Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$ . Пространство Гельдера.
11.	<b>Математические модели, основанные на производных дробного порядка. Краевые задачи для уравнения диффузии дробного порядка.</b> Постановка задачи. Функция Миттаг - Леффлера. Функция типа Райта. Метод функции Грина. Метод априорных оценок.
12.	<b>Уравнения переноса в средах с фрактальной геометрией.</b> Фракталы. Размерность по Хаусдорфу. Обобщенное уравнение диффузии.
13.	<b>Смешанная задача для нелокального волнового уравнения.</b> Метод Фурье решения нелокального волнового уравнения.
14.	<b>Краевые задачи для модифицированного уравнения влагопереноса с дробной по времени производной.</b> Смешанные краевые задачи. Метод прямых.



**Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Тема
1.	Лабораторные работы не предусмотрены

**Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)**

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой»

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

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

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

#### **5.1. Оценочные материалы для текущего контроля**

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

*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 «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» и

включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов.

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

#### **5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» контролируемые компетенции УК-1, ПКС-3 )**

1. Гамма-функция Эйлера. Определение. Функциональные соотношения. Бета-функция. Связь с гамма-функцией.
2. Фракталы в физике.
3. Законы композиции. Обобщенная формула Ньютона-Лейбница. Формулы дробного интегрирования по частям.
4. Особенности постановки начальных условий для дифференциальных уравнений дробного порядка. Задание начальных данных в локальной и нелокальной постановках и связь между ними.
5. Физический смысл дробной производной.
6. Функция типа Миттаг-Леффлера. Функция типа Райта.
7. Разностные методы решения дифференциальных уравнений дробного порядка
8. Дифференциальное уравнение дробного порядка. Редукция к интегральному уравнению.
9. Решение дифференциальных уравнений дробного порядка с помощью формулы Грина. Общее представление решения.
10. Дифференциальные уравнения с производными Капуто. Форма задания начальных данных. Связь с уравнениями в производных Римана-Лиувилля.

#### **Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса**

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по шкале:

<b>Количество баллов</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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 студентом на протяжении занятия.

### **5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемые компетенции УК-1, ПКС-3 )**

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

1. Дифференциальное уравнение дробного порядка. Задача Коши. Редукция к интегральному уравнению
2. Выражение  $z\Gamma(z) / \Gamma(z - 1)$  равно
3. Фамилия ученого, основавшего фрактальную графику \_\_\_\_\_
4. Предметными областями для применения фракталов являются: \_\_\_\_\_
5. Выражение  $D_{0x}^{-\alpha} x^{-\alpha} / \Gamma(1 - \alpha)$ ,  $\alpha > 0$ , равно
6. Выражение  $D_{1x}^{3/2} \sqrt{x - 1}$  равно

### **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.

1. Выражение  $[\Gamma(2/5)]^{-1} \int_x^1 g(t)(t-x)^{-3/5} dt$  равно
2. . Выражение  $\int_x^1 \frac{g(t)}{\sqrt{t-x}} dt$  равно
3. . Выражение  $\frac{d^2}{dx^2} \int_x^1 \frac{g(t)}{\sqrt{t-x}} dt$  равно
4. . Выражение  $D_{0x}^{1/3} x^{-1/2}$  равно

Количество баллов	Критерии оценивания
5	Обучающийся - показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, свободно использует необходимые формулы при решении задач; - знает все формулы, применяемые методы и их точность; - может применять знания при решении прикладных задач для самостоятельного выполнения.
4	Обучающийся - даёт ответ, удовлетворяющий требованиям; - твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач; - сам исправляет свои несущественные ошибки и некоторые недочёты.
3	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач.
2	Обучающийся обнаруживает 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 студентом 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.

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

### **5.2.1. Оценочные материалы для коллоквиумов (контрольных работ)**

**(контролируемые компетенции УК-1, ПКС-3 )**

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.

### **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
1	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям.	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ,	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и

	Обучающийся не допускается к промежуточной аттестации	ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	и практических работ. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	практических занятий. Выполнение контрольных работ, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».
--	---	--	---	--

### **5.2.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (контролируемые компетенции УК-1, ПКС-3 )**

Целью промежуточной аттестации по «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

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

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в форме проведения зачёта, которым заканчивается изучение дисциплины. Он может проводиться в устной и письменной форме. Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой»

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

**Вопросы, выносимые на зачёт по дисциплине «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» (контролируемые компетенции УК-1, ПКС-3 )**

1. Гамма-функция Эйлера. Определение. Функциональные соотношения. Бета-функция. Связь с гамма-функцией.
2. Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка. Связь с преобразованием Лапласа. Формулы интегрирования и дифференцирования степенных функций.
3. Пространство Гельдера. Действие операторов интегрирования в пространствах Гельдера.
4. Примеры моделей в средах с фрактальной геометрией.
5. Задачи Дирихле и Коши для нелокальных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка.
6. Уравнение Абеля первого рода. Формула обращения. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования. Задание начальных данных в локальной и нелокальной постановках и связь между ними.
7. Функция типа Миттаг-Леффлера. Формулы дифференцирования функции типа Миттаг-Леффлера.

8. Дифференциальное уравнение дробного порядка. Задача Коши. Редукция к интегральному уравнению.
9. Решение дифференциальных уравнений дробного порядка с помощью формулы Грина. Общее представление решения.
10. Дифференциальные уравнения с дробными производными. Форма задания начальных данных.
11. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений дробного порядка.
12. Метод Фурье решения нелокального волнового уравнения.
13. Фракталы. Размерность по Хаусдорфу. Обобщенное уравнение диффузии.
14. Краевые задачи для модифицированного уравнения влагопереноса с дробной по времени производной.

#### ***Шкала оценивания планируемых результатов обучения***

Семестр	Шкала оценивания	
	Незачтено (36–60)	Зачтено (61–70)
1	Студент имеет 36–60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил ни на один вопрос.	Студент имеет 36–45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете представил полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46–60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студенту, имеющему 61–70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

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

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

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине, включает две составляющие:

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

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной

аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» в 1 семестре является зачет.

***Распределение баллов текущего и рубежного контроля***

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

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися. По дисциплине «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» учебным планом предусмотрены форма промежуточной аттестации – зачет 1 семестр. Проводится комплексная проверка обучающихся на определение степени овладения знаниями, умениями и навыками, полученными на занятиях, а также путём самостоятельной работы.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций УК-1, ПКС-3 представлены в таблице 7.

***Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке***

Результаты обучения (компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала, обеспечивающий формирование компетенций
-----------------------------------	-----------------------------------	---	---



<p><b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p><b>УК-3.1.</b> Способен применять системный подход и методы анализа и синтеза в научно-познавательной деятельности</p>          <p><b>УК-3.2.</b> Способен осуществлять поиск алгоритмов решения проблемной ситуации на основе доступных источников информации с применением современных информационных и коммуникационных средств и технологий</p>	<p><b>Знать:</b> Принципы сбора, отбора, обобщения и систематизации информации, вероятные стратегии действий  <b>Уметь:</b> Соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках проблемной ситуации в профессиональной деятельности.  <b>Владеть:</b> Опыт работы с информационными источниками, выработки стратегий действия</p>          <p><b>Знать:</b> Принципы и методы системного подхода.  <b>Уметь:</b> Отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности; применять принципы и методы системного подхода для решения поставленных задач.  <b>Владеть:</b> Практическими навыками выбора оптимальных способов решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>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).</p>
<p><b>ПКС-3.</b> Способен преподавать</p>	<p><b>ПКС-3.1.</b> Способен использовать</p>	<p><b>ПКС-3.1.</b> 3-1. методические</p>	



		математики при проведении методических и экспертных работ. <b>ПКС-3.2. В-1.</b> Способностью к планированию и осуществлению педагогической деятельности с учетом специфики предметной области в образовательных организациях.	
--	--	---	--

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Нормативно-законодательные акты

#### *. 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 по образовательным программам ВО (ФГОС 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата). Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. №9 (Зарегистрировано в министерстве юстиции Российской Федерации 06 февраля 2018г. № 49937);
3. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)
4. Программа «Цифровая экономика», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632-р.
5. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. №203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».

### 7.2. Основная литература

1. Нахушев А.М. Нагруженные уравнения и их применение. М.: Наука, 2012. 232 с.
2. Алтуни К.К. Методы математической физики. Директ-Медиа, ЭБС «Книгафонд», 2014г., 123 с.
3. Павленко А., Пихтилькова О. Уравнения математической физики, ОГУ, ЭБС «Книгофонд», 2013г., 100 с.

### 7.3. Дополнительная литература

1. Нахушев А.М. Дробное исчисление и его применение. -М.: Физматлит, 2003. 272 с.
2. Нахушев А.М. К теории дробного исчисления // Дифференц. уравнения. 1988. Т. 24, № 2. С. 313-324.

3. Нахушев А.М. О непрерывных дифференциальных уравнениях и их разностных аналогах // Докл. АН СССР. 1988. Т. 300, № 4. С. 796-799.
4. Нахушев А.М. О положительности операторов непрерывного и дискретного дифференцирования и интегрирования, весьма важных в дробном исчислении и в теории уравнений смешанного типа // Дифференциальные уравнения. 1998. Т. 34, № 1. С. 101-109.
5. Джрбашян М.М., Нерсисян А.Б. Дробные производные и задачи Коши для дифференциальных уравнений дробного порядка // Изв. Акад. Наук Арм. ССР, 1968. Т. 3, № 1. С. 3-28.
6. Псху А.В. Уравнения в частных производных дробного порядка. -М.: Наука, 2005. 199 с.
7. Псху А.В. К теории оператора интегро-дифференцирования континуального порядка // Дифференциальные уравнения. 2004. Т. 40, № 1. С. 120-127.
8. Псху А.В. Уравнения в частных производных дробного порядка. -М.: Наука, 2005. 199 с.
9. Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. -Минск: Наука и техника, 1987. 688 с.
10. Джрбашян М.М. Интегральные преобразования и представления функций в комплексной области. -М.: Наука, 1966. 672 с.

#### ***7.4. Периодические издания***

1. Журнал «Математическое моделирование»
2. Журнал «Дифференциальные уравнения»

#### ***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.

**к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ  
(2022-2023 уч. год)**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование электронного ресурса</b>	<b>Краткая характеристика</b>	<b>Адрес сайта</b>	<b>Наименование организации- владельца; реквизиты договора</b>	<b>Условия доступа</b>
1.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	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	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»	Полный доступ
2.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	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.	<b>ЭБС «Консультант студента»</b>	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) <b>Договор №750КС/07-2022</b> От 26.09.2022 Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	<b>«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)</b>	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке) »	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №701КС/02-2022</b> от 13.04.2022 Активен до 19.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

5.	<b>ЭБС «Лань»</b>	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №6ЕП/223</b> от 15.02.2022 Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» <b>Договор №101/НЭБ/166</b> б-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	<b>ЭБС «IPRbooks»</b>	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудио изданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) <b>Договор №9200/22П</b> от 08.04.2022 Активен до 02.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	<b>ЭБС «Юрайт» для СПО</b>	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №192/ЕП-223</b> От 29.10.2021 Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	<b>Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье</b>	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ

10.	<b>Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prlib.ru">http://www.prlib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> 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 «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы.

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

#### ***Методические рекомендации по изучению дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» для обучающихся***

Приступая к изучению дисциплины, обучающему 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 студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

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 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.

### ***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 студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям***

Практические и лабораторные занятия – составная часть учебного процесса, проходящие при активном участии студентов. Они способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических и лабораторных 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 и лабораторные 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 и лабораторным занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы. В заданиях к лабораторным работам приводятся рекомендуемая литература.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. На лабораторных занятиях обучающиеся учатся грамотно самостоятельно решать предлагаемые индивидуально для каждого задания, а затем их защищать.

#### ***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 студентом 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 студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента 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 разноуровневых задач и заданий;
- 3) работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- 4) выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам 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 студент получает в аудитории.

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

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент 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 студентам 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 студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Магистрант может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту 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 студенту 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 студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

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

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

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

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

Подготовка к зачету должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических и лабораторных 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 зачету***

Зачет в 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 студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На зачете студент может набрать от 1 до 25 баллов.

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

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

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

При подготовке к зачёту обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

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

## **8. Материально техническое обеспечение дисциплины**

### ***8.1. Требования к материально-техническому обеспечению***

Для реализации рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Материально-техническое обеспечение: доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети «Интернет» и оснащенных средствами медиа презентаций (медиа коммуникаций).

Чтение лекций проводится в аудитории, обеспеченной мультимедийными средствами (презентационная лекционная часть доступна всем). Практические и лабораторные занятия проводятся в аудитории, оснащенной интерактивной и обычной доской.

Для проведения занятий лекционного типа используется демонстрационное оборудование, позволяющее наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

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

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

- для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

1) альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2) присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий;

3) наличие технических средств для усиления остаточного зрения;

4) наличие брайлевской компьютерной техники, видео увеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

Задания обучающемуся для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом. письменные задания выполняются на бумаге, диктуются ассистенту обучающимся;

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

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

- 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 диктуются ассистенту;
- по желанию обучающегося экзамен проводится в устной форме.

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

### 9. Лист изменений (дополнений)

в рабочую программу дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика магистерской программы «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