

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

СОГЛАСОВАНО

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СРЕДАХ С
ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ»

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

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

Бакалавр
Квалификация (степень) выпускника

Очная
Форма обучения

Нальчик - 2023

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой»/сост. М. А. Керемов – Нальчик: КБГУ, 2023. –17 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины студентам очной формы обучения по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика в 7 семестре, 4 курса.

Рабочая программа составлена с учётом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02- Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018г. № 9 (Зарегистрировано в министерстве юстиции Российской Федерации 06 февраля 2018г. № 49937).

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)	6
Структура дисциплины	7
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.	8
5.1 Оценочные материалы для текущего контроля.	8
5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.	11
5.3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации	13
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	15
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
7.1 Основная литература.....	16
7.2 Дополнительная литература	16
7.3. Периодические издания	17
7.4. Интернет-ресурсы	17
7.4 Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.....	20
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины	27
Приложения.....	31

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – ознакомить студентов с важнейшими результатами в области дробного исчисления, обучить основным методам исследования и решения задач, развитым в данной теории и их приложению, необходимых как для обучения другим учебным дисциплинам, так и для формирования будущего специалиста – математика, умеющего решать прикладные задачи из различных областей

При этом **задачами** дисциплины являются:

- обучение студентов методам исследования линейных краевых задач, описывающих модели различных физических, биологических и других явлений и процессов в средах с фрактальной геометрией
- разбор численно-аналитических методов их решения
- обучение умению использовать изученные методы для решения конкретных научных, практических и других задач

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина входит в блок 1 вариативной части модуля «Дисциплины и курсы по выбору студента» устанавливаемые ВУЗОМ для подготовки выпускника по направлению подготовки 01.03.02 - «Прикладная математика и информатика».

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины: Уравнения математической физики, математический анализ - *в полном объеме*; алгебра - *алгебра множеств, теория квадратичных форм*; функциональный анализ - *пространства Евклида и Гильберта, пространство Банаха, принцип сжатых отображений, теоремы Фредгольма, интеграл Лебега и его основные свойства, пространство Соболева, теорема вложения*; вычислительная математика - *приближенные методы решения, метод прямых*; информатика - *теория алгоритмов, алгебра предикатов и множеств*.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):
ПКС-2 Способен к разработке требований и проектированию программного обеспечения.

В результате освоения 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.

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	Вводные сведения. Элементы дробного исчисления.	Специальные функции. Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка	ПКС-2	ДЗ Р; Т
2	Некоторые качественные и структурные свойства операторов дробного интегродифференцирования.	Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$.	ПКС-2	ДЗ Р; Т
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.	ПКС-2	ДЗ Р; Т
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.	ОПК-1, ПК-2	ДЗ Р; Т
5	Уравнения переноса в средах с фрактальной геометрией.	Фракталы. Размерность по Хаусдорфу. Обобщенное уравнение диффузии.	ПКС-2	ДЗ Р; Т
6	Смешанная задача для нелокального волнового уравнения.	Метод Фурье решения нелокального волнового уравнения. Метод априорных оценок. Доказательство единственности решения.	ПКС-2	ДЗ Р; Т
7	Краевые задачи для модифицированного уравнения влагопереноса с дробной по времени производной.	Смешанные краевые задачи. Метод прямых.	ПКС-2	ДЗ Р; Т

Структура дисциплины

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Вид работы	Трудоемкость, часов всего
Общая трудоемкость	144
Контактная работа:	70
<i>Лекции (Л)</i>	14
<i>Практические работы (ПР)</i>	56
<i>В том числе, аудиторных занятий в интерактивной форме:</i>	-
Самостоятельная работа, в том числе контактная работа:	65
Самостоятельное изучение разделов	12
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	53
Подготовка и сдача экзамена ¹	9
Вид итогового контроля	зачет

Темы, изучаемые в семестре

№ разде ла	Наименование Раздела	Всего часов	Контактная работа		СРС
			Л	ПЗ	
1.	Вводные сведения. Элементы дробного исчисления. Специальные функции. Определение дробного интегро-дифференцирования. Уравнение Абеля	8	2	4	2
2.	Некоторые качественные и структурные свойства операторов дробного интегродифференцирования. Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$.	14	4	6	4
3.	Задачи Дирихле и Коши для нелокальных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка Уравнение Абеля первого рода. Формула обращения. Задача Коши для	14	4	6	4

	оператора дробного дифференцирования. Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$. Пространство Гельдера.				
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.	24	8	10	6
5.	Уравнения переноса в средах с фрактальной геометрией. Фракталы. Размерность по Хаусдорфу. Обобщенное уравнение диффузии.	18	6	8	4
6.	Смешанная задача для нелокального волнового уравнения. Метод Фурье решения нелокального волнового уравнения.	19	5	8	6
7.	Краевые задачи для модифицированного уравнения влагопереноса с дробной по времени производной. Смешанные краевые задачи. Метод прямых.	20	5	9	6
Итого:		117+27 =144	34	51	32

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины 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.*

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 «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, дискуссии.

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 ОПК-1 и ПК-2):

1. Гамма-функция Эйлера. Определение. Функциональные соотношения. Бета-функция. Связь с гамма-функцией.
2. Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка в смысле Римана-Лиувилля и в смысле Капуто. Выражение в терминах свертки. Связь с преобразованием Лапласа. Формулы интегрирования и дифференцирования степенных функций.
3. Пространство Гельдера. Действие операторов интегрирования в пространствах Гельдера. Теорема о непрерывности полугруппы операторов дробного интегрирования.
4. Законы композиции. Обобщенная формула Ньютона-Лейбница. Формулы дробного интегрирования по частям.
5. Законы взвешенной композиции. Гипергеометрическая функция.
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. Интегральное уравнение Абеля второго рода. Формула обращения. Функция типа Миттаг-Леффлера. Формулы дифференцирования функции типа Миттаг-Леффлера.
8. Дифференциальное уравнение дробного порядка со свободным членом. Задача Коши. 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.
11. Принцип максимума. Аналог теоремы Ферма. Примеры его применения.

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 следующей шкале: 3 балла, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

2 балла, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «3», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

1 балл, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «3», «2», «1» 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 выполнения докладов по дисциплине (контролируемые компетенции ОПК-1 и ПК-2):

Доклад – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы

Примерные темы докладов по дисциплине

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.

Требования к докладу:

Общий объём доклада 10-15 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата,

заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. Уровень оригинальности текста – 50%

Критерии оценки доклада:

«отлично» (4 баллов) ставится, если обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями

«хорошо» (3балла) – обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

«удовлетворительно» (2 балла) – обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» (менее 0 баллов) – обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течение 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 контрольной работы (контролируемые компетенции ПКС-2):

Образцы заданий для проведения контрольных работ

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. Вычислить выражение $D_{1x}^{3/2} \sqrt{x-1}$
7. Функция Миттаг-Леффлера $E_{\alpha,\mu}(z)$ в точке $z = 0$ равна
8. Функция $\sin x$, выраженная с помощью функции Миттаг-Леффлера, имеет вид
- 9.

10. Решение задачи Коши $D_{0x}^\alpha u(x) + \lambda u(x) = 0$, $0 < \alpha < 1$, $\lim_{x \rightarrow 0} D_{0x}^{\alpha-1} u(x) = A$, имеет вид

11. Начальное условие $\lim_{x \rightarrow 0} D_{0x}^{-1/2} u(x) = 1$, эквивалентно условию

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

8 баллов - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

5-7 балла – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

2-4 балла – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

менее 2 баллов – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

5.2.2. Оценочные материалы для тестовых заданий (контролируемые компетенции ПКС-2):

Образцы тестовых заданий

1. Выражение $\Gamma(1/2) + \Gamma(3/2)$ равно

2. Выражение $\Gamma(z) \Gamma(-z)$ равно

3. Выражение $\int_0^\infty \exp(-s) s^\beta ds$ равно

4. Выражение $\Gamma(1/2) / \Gamma(3/2)$ равно

5. Предел $\lim_{z \rightarrow 0} z [\Gamma(z) - \Gamma(-z)]$ равен

6. Привести примеры фракталов. _____

7. Выражение $2D_{0x}^{-1/2} \sqrt{x} / \sqrt{\pi}$, $\alpha > 0$, равно

8. Выражение $D_{0x}^{3/2} \sqrt{x}$ равно

9. Имеет место равенство $\partial_{0x}^\alpha (x+1)^2 = 0$. Значение α равно.

10. Выражение $D_{1x}^{1/4} D_{1x}^{-1/2} g(x)$ равно

11. Выражение $[\Gamma(2/5)]^{-1} \int_x^1 g(t) (t-x)^{-3/5} dt$ равно

12. Выражение $\int_x^1 \frac{g(t)}{\sqrt{t-x}} dt$ равно

13. Выражение $\frac{d^2}{dx^2} \int_x^1 \frac{g(t)}{\sqrt{t-x}} dt$ равно
14. Выражение $D_{0x}^{1/3} x^{-1/2}$ равно
15. Интегральное уравнение $u(x) - \lambda D_{0x}^{-\alpha} u(x) = 1, \alpha > 0$, имеет ### решений.

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

5 баллов – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

4 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

3 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

1-2 балла – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

5.3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

(контролируемые компетенции ПКС-2):

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

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

Образцы вопросов и задач на экзамене.

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.
15. Записать выражение в терминах операторов дробного интегро-дифференцирования $\int_1^x u(t)\sqrt{x-t} dt$
16. Вычислить $D_{0x}^\alpha (x+1)^2$.
17. Вычислить $D_{0x}^\alpha \sin(x)$.
18. Решить уравнение $u(x) + \int_0^x u(t)(x-t)^{1/3} dt = x$.
19. Найти решение задачи Коши $D_{0x}^{1/2}u(x) + \lambda u(x) = f(x)$, $\lim_{x \rightarrow 0} u(x)\sqrt{x} = 1$.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

«отлично»(26-30 баллов)– получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

«хорошо»(21-25баллов)) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительно»(11-20баллов)– получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

«неудовлетворительно»(менее10баллов)– получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

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

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

– *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 VI семестре является экзамен.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2. В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания. (по желанию автора при необходимости)

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

Критерии оценки качества освоения дисциплины

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

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

Оценка «удовлетворительно» – от 66 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 65 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Освоенные показатели оценки результатов обучения	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих	Вид оценочного материала
-----------------------------------	--	---	--------------------------

		оценочных средств)	
ПКС-2: Способен к разработке требований и проектированию программного обеспечения	<p>Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, профессионального и личностного развития с учетом интересов общества.</p> <p>Умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития; формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей и потребностей общества.</p> <p>Имеет практический опыт организации собственной деятельности с учетом временных, личностных и основ здорового образа жизни.</p>		<p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы для самостоятельной работы (раздел 5.1.2); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3) Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.1.3); Типовые оценочные материалы для контрольных работ (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3)</p> <p>Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.1.3); Типовые оценочные материалы для контрольных работ (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3)</p>

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Гражданский кодекс РФ: [электронный ресурс]// Доступ из справочной системы "Гарант". <http://www.garantexpress.ru>.

7.2. Основная литература

1. Нахушев А.М. Нагруженные уравнения и их применение. М.: Наука, 2012. 232 с. (1 экз.)
2. ЭБС «Консультант студента» Учебники, учебные пособия, по всем областям знаний для ВО и СПО, а также монографии и научная периодика, <http://www.studmedlib.ru> ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №122СЛ/09-2018 от 17.09.2018г.
3. ЭБС «АйПиЭрбукс» 107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудио изданий./ <http://iprbookshop.ru>, ООО «Ай Пи Эр Медиа»(г. Саратов), Лицензионный договор №3514/18 от 20.03.2018г.

7.3 Дополнительная литература

1. Нахушев А.М. Дробное исчисление и его применение. -М.: Физматлит, 2003. 272 с. (1 экз.)

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. (2 экз.)
10. Джрбашян М.М. Интегральные преобразования и представления функций в комплексной области. -М.: Наука, 1966. 672 с.
11. Алтуний К.К. Методы математической физики. Директ-Медиа, ЭБС «Книгофонд», 2014г., 123 с.
12. Павленко А., Пихтилькова О. Уравнения математической физики, ОГУ, ЭБС «Книгофонд», 2013г., 100 с.

7.4. Периодические издания

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

7.5. Интернет-ресурсы

1. http://window.edu.ru/window/catalog?p_rubr=2.1.6
2. <http://festival.1september.ru/subjects/11/>
3. <http://fcior.edu.ru/>
4. <http://www.yandex.ru/>
5. <http://www.rambler.ru/>
6. <http://www.taurion.ru/>
7. <http://olymp.mephi.ru/main/>

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

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная	Электр. библиотека научных	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное	Полный доступ

	библиотека (НЭБ РФФИ)	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		соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	
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.stud medlib.ru http://www.med collelib.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.stud medlib.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 версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook .com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №41ЕП/223 от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Коллекция электронных	https://e.lanbook .com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург)	Полный доступ

		изданий «ФПУ. 10-11 кл. Изд-во «Просвещение». Общеобразовательные предметы.		Договор №246ЕП/223 от 31.07.2023 г. Активен до 01.09.2024г.	(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 язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	http://iprbookshop.ru/ http://www.ros-edu.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №142/ЕП-223 от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №305/ЕП-223 От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

10.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №44/ЕП-223 От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
12.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

7.5 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. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 59 % (в том числе лекционных занятий – 40%, практических занятий – 60%), доля самостоятельной работы – 22,2%. Соотношение лекционных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану направления 01.03.02 – Прикладная математика и информатика

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.

7.7. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Электронная библиотека и электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет». Имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.

Лицензионное программное обеспечение

Правообладатель	Наименование программы, право использования которой предоставляется	Основание для использования
Microsoft	Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprise	Договор №5/ЭА-223 01/09.17
Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 100-149 Node 1 year Educational License	Договор №5/ЭА-223 01/09.17
Microsoft	Microsoft Imagine Premium Electronic Software Delivery (1 year)	Договор №5/ЭА-223 01/09.17
ABBYY	ABBYY FineReader 12 Professional Full (коробка)	Договор №5/ЭА-223 01/09.17

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой»

Цель курса «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» - ознакомить студентов с важнейшими результатами в области дробного исчисления, обучить основным методам исследования и решения задач, развитым в данной теории и их приложению, необходимых как для обучения другим учебным дисциплинам, так и для формирования будущего специалиста – математика, умеющего решать прикладные задачи из различных областей

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных работ. При изучении дисциплины, обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, 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 страхования. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским 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 семинарским 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

В ходе изучения дисциплины обучающийся имеет возможность выступления с докладом по реферату в группе, который проводится в форме презентации с использованием мультимедийной техники.

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 занятиям

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию 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. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа (по В.И. Далю «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

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 нового знания, 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. 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.

Студент 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:

1. 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.

2. 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.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

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

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

Методические рекомендации по написанию рефератов

Реферат представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Написание реферата используется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью рефератов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда. Процесс написания реферата включает: выбор темы; подбор нормативных актов, специальной литературы и иных источников, их изучение; составление плана; написание текста работы и ее оформление; устное изложение реферата.

Рефераты пишутся по наиболее актуальным темам. В них на основе тщательного анализа и обобщения научного материала сопоставляются различные взгляды авторов и определяется собственная позиция студента с изложением соответствующих аргументов. Темы рефератов должны охватывать и дискуссионные вопросы курса. Они призваны отражать передовые научные идеи, обобщать тенденции практической деятельности, учитывая при этом изменения в текущем законодательстве. Рекомендованная ниже тематика рефератов примерная. Студент при желании может сам предложить ту или иную тему, предварительно согласовав ее с научным руководителем.

Реферат, как правило, состоит из введения, в котором кратко обосновывается актуальность, научная и практическая значимость избранной темы, основного материала, содержащего суть проблемы и пути ее решения, и заключения, где формируются выводы, оценки, предложения. Общий объем реферата 20 листов.

Технические требования к оформлению реферата следующие. Реферат оформляется на листах формата А4, с обязательной нумерацией страниц, причем номер страницы на первом, титульном, листе не ставится. Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль. На титульном листе реферата нужно указать: название учебного заведения, факультета, номер группы и фамилию, имя и отчество автора, тему, место и год его написания. Рекомендуемый объем работы складывается из следующих составляющих: титульный лист (1 страница), содержание (1 страница), введение (1 – 2 страницы), основная часть, которую можно разделить на главы или разделы (10 – 15 страниц), заключение (1 – 3 страницы), список литературы (1 страница), приложение (не обязательно). Если реферат содержит таблицу, то ее номер и название располагаются сверху таблицы, если рисунок, то внизу рисунка.

Содержательные части реферата – это введение, основная часть и заключение. Введение должно содержать рассуждение по поводу того, что рассматриваемая тема актуальна (то есть современна и к ней есть большой интерес в настоящее время), а также постановку цели исследования, которая непосредственно связана с названием работы. Также во введении могут быть поставлены задачи (но не обязательно, так как работа невелика по объему), которые детализируют цель. В заключении пишутся конкретные, содержательные выводы.

Содержание реферата студент докладывает на семинаре, кружке, научной конференции. Предварительно подготовив тезисы доклада, студент в течение 7 - 10 минут должен кратко изложить основные положения своей работы. После доклада автор отвечает на вопросы, затем выступают оппоненты, которые заранее познакомились с текстом реферата, и отмечают его сильные и слабые стороны. На основе обсуждения обучающемуся выставляется соответствующая оценка.

Методические рекомендации по подготовке сообщений (докладов)

Подготовка материала для сообщения (доклада) аналогична поиску материалов для реферата и эссе. По объему текст, который рекомендуется использовать для сообщения, близок к

объему текста эссе: для устного сообщения – не более трех страниц печатного текста. Если сообщение делается в письменном виде – объем его должен быть 3 – 5 страниц.

Устное сообщение может сопровождаться презентацией. Рекомендуемое количество слайдов – около 10. Текст слайда должен дополнять информацию, которая произносится докладчиком во время выступления. Полностью повторять на слайде текст выступления не целесообразно. Приоритет при написании слайдов отдается таблицам, схемам, рисункам, кратким заключениям и выводам.

В сообщении должна быть раскрыта заявленная тема. Приветствуется внимание аудитории к докладу, содержательные вопросы аудитории и достойные ответы на них поощряются более высокой оценкой выступающему.

Время выступления – 10 – 15 минут.

Литература и другие источники могут быть найдены обучающимся самостоятельно или рекомендованы преподавателем (если возникнут сложности с поиском материала по теме); при предложении конкретной темы сообщения преподаватель должен ориентироваться в проблеме и уметь направить студента.

Методические рекомендации для подготовки к экзамену:

Экзамен в VI-м семестре является формой итогового контроля знаний и умений, обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

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

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

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

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

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

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

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

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

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

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

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

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

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

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение модуля: доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет и оснащенных средствами медиапрезентаций (медиакоммуникаций).

Чтение лекций проводится в лекционном зале, обеспеченном мультимедийными средствами (презентационная лекционная часть доступна обучающимся).

КБГУ обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

продукты MICROSOFT; (Desktop Education ALNGLicSaPkOLVSAcademicEditionEnterprise); подписка (OpenValueSubscription) № V 2123829; KasperskyEndpointSecurity Стандартный Russian Edition, № лицензии 17E0-180427-050836-287-197; AltLinux (Альт Образование 8) № AAA.0252.00; продукты AUTODESK; архиватор 7z; файловый менеджер FarManager; Adobe Reader (свободное распространение), которые ежегодно обновляются.

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. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 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).

**Сведения об электронных информационных ресурсах,
к которым обеспечен доступ для пользователей библиотеки КБГУ (2018г.)**

Наименование и краткая характеристика электронного ресурса	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
Sciverse Scopus	http://www.	Договор № б/н	Доступ по IP-

издательства «Эльзевир. Наука и технологии» Реферативная и аналитическая база данных	scopus.com	от 16.02.18г. на сумму 2 421 000,00 р.	адресам КБГУ
Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) Электронная библиотека научных публикаций	http://elibrary.ru	На безвозмездной основе, как вузу-члену консорциума НЭИКОН	Авторизованный доступ
База данных ScienceIndex (РИНЦ). Национальная информационно-аналитическая система	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Договор № СИО-741/2018 от 05.03.2017 на сумму 125 000,00 р	Авторизованный доступ
ЭБС «Консультант студента» Учебники, учебные пособия, по всем областям знаний для ВО и СПО, а также монографии и научная периодика	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №122СЛ/09-2018 от 17.09.2018г. на сумму 650 000,00 руб.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
ЭБС «АйПиЭрбукс» 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. Саратов) Лицензионный договор №3514/18 от 20.03.2018г. на сумму 600 000,00 р.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
Международная система библиографических ссылок Crossref. Цифровая идентификация объектов (DOI)	https://www.crossref.org/webDeposit/	НП «НЭИКОН» Договор №CRNA-714-18 от 07.03.2018г. на сумму 39 000,00 р.	Авторизованный доступ для ответственных представителей
ЭБС КБГУ (электронный каталог фонда + полнотекстовая БД)	http://lib.kbsu.ru	КБГУ Положение об электронной библиотеке от 25.08.09г.	Полный доступ

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование в проблеме окружающей среды» 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.

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

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.	Операционная система РЕД ОС. Конфигурация: «Рабочая станция»	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 обучающихся с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств

приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

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

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

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

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

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой» по направлению подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика; профиль Математическое моделирование и вычислительная математика на 2023-2024г.

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Прикладной математики и информатики № ____ от " ____ " _____ 2023 г.

Заведующий кафедрой ПМИИ _____/Бечелова А. Р. /

Приложение 2

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п /п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма баллов	1-я точка	2-я точка	3-я точка
	Посещение занятий	до 10	до 3.	до 3	до 4
	Текущий контроль: выполнение самостоятельных заданий (решение задач, доклад, выполнение домашних заданий)	до 21	до 7 .	до 7.	до 7
	Рубежный контроль, (коллоквиум, контрольная работа)	до 24	до 8 .	до 8	до 8
	тестирование	до 15	до 5	до 5	до 5
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70	до 23.	до 23	до 24
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36	не менее 12	не менее 12	не менее 12
	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

Шкала оценивания планируемых результатов обучения**Текущий и рубежный контроль**

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

Промежуточная аттестация(в форме экзамена)

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

		итогах текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	один вопроси частично ответил на два других. Студент имеет 66-70 баллов по итогамтекущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	
--	--	--	---	--

Критерии оценки качества освоения дисциплины (для дисциплины, завершающейся экзаменом)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Основными этапами формирования компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное формирование результатов обучения по дисциплине. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
		шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
ОПК-1: способность использовать базовые знания естественных наук, математик и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математик	Знать: основы интегрирования и дифференцирования дробного порядка; методы исследования линейных краевых задач, описывающих модели различных физических, биологических и других явлений и процессов в средах с фрактальной геометрией; основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории уравнений с частными производными дробного порядка, определения и свойства	Не знает	отсутствие знаний: обосновах интегрирования и дифференцирования дробного порядка; о методах исследования линейных краевых задач, описывающих модели различных физических, биологических и других явлений и процессов в средах с фрактальной геометрией; об основных понятиях теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории уравнений с частными производными дробного порядка, не знание определений и свойств математических объектов в этих областях методов их доказательств, о	неполные знания: обосновах интегрирования и дифференцирования дробного порядка; о методах исследования линейных краевых задач, описывающих модели различных физических, биологических и других явлений и процессов в средах с фрактальной геометрией; об основных понятиях теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории уравнений с частными производными дробного порядка, не полное знание определений и свойств математических объектов в этих областях методов их доказательств, о	в целом успешные знания: обосновах интегрирования и дифференцирования дробного порядка; о методах исследования линейных краевых задач, описывающих модели различных физических, биологических и других явлений и процессов в средах с фрактальной геометрией; об основных понятиях теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории уравнений с частными производными дробного порядка, успешное знание определений и свойств математических объектов в этих областях методов их доказательств, о возможных сферах их приложений, о формулировках ключевых утверждений.	полностью сформированные знания: обосновах интегрирования и дифференцирования дробного порядка; о методах исследования линейных краевых задач, описывающих модели различных физических, биологических и других явлений и процессов в средах с фрактальной геометрией; об основных понятиях теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории уравнений с частными производными дробного порядка, знание определений и свойств математических объектов в этих областях методов их доказательств, о возможных сферах их

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
		шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
ой и информатикой	математических объектов в этих областях методы их доказательства, возможные сферы их приложений, формулировки ключевых утверждений,		возможных сферах их приложений, о формулировках ключевых утверждений.	возможных сферах их приложений, о формулировках ключевых утверждений.		приложений, о формулировках ключевых утверждений.
	Уметь: Решать задачи вычислительного характера в области обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными дробного порядка.	Не умеет	отсутствие или частичное умение решать задачи вычислительного характера в области обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными дробного порядка.	недостаточное умение решать задачи вычислительного характера в области обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными дробного порядка.	в целом успешное умение решать задачи вычислительного характера в области обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными дробного порядка.	полностью сформированное умение решать задачи вычислительного характера в области обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными дробного порядка.
	Владеть: навыками решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка и уравнений с частными производными дробного порядка.	Не владеет	отсутствие навыков решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка и уравнений с частными производными дробного порядка;	недостаточное владение способами решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка и уравнений с частными производными дробного порядка;	наличие навыков владения решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка и уравнений с частными производными дробного порядка;	успешное владение способами решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка и уравнений с частными производными дробного порядка;
ПК-2: способно	Знать: Определение локальных и	Не знает	отсутствие знаний: о определениях локальных	неполные знания: о определениях	в целом успешные знания: о определениях локальных и нелокальных краевых задач для	полностью сформированные знания: о определениях

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
		шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
стью к абстрактно му мышлению, анализу, синтезу	нелокальных краевых задач для уравнений дробного порядка; понятия и принципы корректно поставленных задач; основные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка;		и нелокальных краевых задач для уравнений дробного порядка; о принципах корректной постановки задач; о основных методах решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка;	локальных и нелокальных краевых задач для уравнений дробного порядка; о принципах корректной постановки задач; о основных методах решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка;	уравнений дробного порядка; о принципах корректной постановки задач; о основных методах решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка;	локальных и нелокальных краевых задач для уравнений дробного порядка; о принципах корректной постановки задач; о основных методах решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка;
	Уметь: применять метод Фурье нахождения решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка; применять метод функции Грина и метод функции Римана крещению краевых задач;применять свои знания по специальным функциям к построению решений исследуемых краевых задач.	Не умеет	отсутствие или частичное умение применять метод Фурье нахождения решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка; применять метод функции Грина и метод функции Римана крещению краевых задач;применять свои знания по специальным функциям к построению решений исследуемых краевых задач.	недостаточное умение применять метод Фурье нахождения решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка; применять метод функции Грина и метод функции Римана крещению краевых задач;применять свои знания по специальным функциям к построению решений исследуемых краевых задач.	в целом успешное умение применять метод Фурье нахождения решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка; применять метод функции Грина и метод функции Римана крещению краевых задач;применять свои знания по специальным функциям к построению решений исследуемых краевых задач.	полностью сформированное умение применять метод Фурье нахождения решения краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка; применять метод функции Грина и метод функции Римана крещению краевых задач;применять свои знания по специальным функциям к построению решений исследуемых краевых задач.
	Владеть: навыками исследования	Не владеет	отсутствие навыков исследования корректности постановки	недостаточное владение способами исследования корректности постановки	наличие навыков владения исследования корректности постановки задач, решения	успешное владение способами исследования корректности постановки

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
		шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
	корректности постановки задач, решения смешанных краевых задач; использования теории аналитических функций для построения решений уравнений с дробной производной; методом априорных оценок		задач, решения смешанных краевых задач; использования теории аналитических функций для построения решений уравнений с дробной производной; методом априорных оценок;	задач, решения смешанных краевых задач; использования теории аналитических функций для построения решений уравнений с дробной производной; методом априорных оценок;	смешанных краевых задач; использования теории аналитических функций для построения решений уравнений с дробной производной; методом априорных оценок;	задач, решения смешанных краевых задач; использования теории аналитических функций для построения решений уравнений с дробной производной; методом априорных оценок.

