

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
«_____» _____ 2022г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
_____ А.Х.Шапсигов
«_____» _____ 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«ЭЛЕМЕНТЫ ДРОБНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ»

01.03.02 - Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки)

«Математическое и компьютерное моделирование»

(наименование профиля подготовки)

Бакалавр

Квалификация (степень) выпускника

Очная

Форма обучения

Нальчик - 2022

Рабочая программа дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения»
/сост. М.А. Кереев – Нальчик: КБГУ, 2022, – 37 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика», профиль «Математическое и компьютерное моделирование» VII семестра, 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. № 9 (зарегистрировано в Минюсте России 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	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
5.1. Оценочные материалы для текущего контроля	9
5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.....	13
5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.....	16
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	19
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	22
7.1. Нормативно-законодательные акты	22
7.2. Основная литература	23
7.3. Дополнительная литература	23
7.4. Периодические издания.....	23
7.5. Интернет-ресурсы	23
7.6. Методические указания к практическим и лабораторным работам	26
7.7. Методические указания по проведению учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.....	26
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	32
8.1. Требования к материально-техническому обеспечению	32
8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	34
9. Лист изменений (дополнений).....	36

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;

задачи дисциплины:

- 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 «Элементы дробного исчисления и их приложения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика», профиль «Математическое и компьютерное моделирование».

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);
- численные методы (приближенные методы решения, метод прямых); информатика (теория алгоритмов, алгебра предикатов и множеств).

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В совокупности с другими дисциплинами профиля «Математическое и компьютерное моделирование» дисциплина «Элементы дробного исчисления и их приложения» направлена на формирование следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика» (уровень бакалавриата):

профессиональная компетенция ПКС-3 и универсальная компетенция УК-1:

Коды	Содержание компетенций
ПКС-3	Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения
УК- 1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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

Таблица 1. Содержание дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного 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	лабораторная работа (ЛР), контрольная работа (К), 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	ЛР, К, 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	ЛР, К, 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	ЛР, К, РК
5	Уравнения переноса в средах с фрактальной геометрией.	Фракталы. Размерность по Хаусдорфу. Обобщенное уравнение диффузии.	УК-1, ПКС-3	ЛР, К, РК
6	Смешанная задача для нелокального волнового уравнения.	Метод Фурье решения нелокального волнового уравнения. Метод априорных оценок. Доказательство единственности решения.	УК-1, ПКС-3	ЛР, К, РК
7	Краевые задачи для модифицированного уравнения влагопереноса с дробной по времени производной.	Смешанные краевые задачи. Метод прямых.	УК-1, ПКС-3	ЛР, К, РК

Таблица 2. Структура дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	VII семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Контактная работа (в часах):	70	70
Лекции (Л)	14	14
Практические занятия (ПЗ)	56	56
Семинарские занятия (СЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	65	65

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	VII семестр	Всего
Реферат (Р)		
Эссе (Э)		
Самостоятельное изучение разделов		
Контрольная работа (К)		
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	<i>Вводные сведения. Элементы дробного исчисления. Специальные функции. Определение дробного интегро-дифференцирования. Уравнение Абеля.</i>
2	<i>Некоторые качественные и структурные свойства операторов дробного интегродифференцирования. Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$.</i>
3	<i>Задачи Дирихле и Коши для нелокальных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка. Уравнение Абеля первого рода. Формула обращения. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования. Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$. Пространство Гельдера.</i>
4	<i>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.</i>
5	<i>Уравнения переноса в средах с фрактальной геометрией. Фракталы. Размерность по Хаусдорфу. Обобщенное уравнение диффузии.</i>
6	<i>Смешанная задача для нелокального волнового уравнения. Метод Фурье решения нелокального волнового уравнения.</i>
7	<i>Краевые задачи для модифицированного уравнения влагопереноса с дробной по времени производной. Смешанные краевые задачи. Метод прямых.</i>

Таблица 4. Практические занятия – не предусмотрены

Таблица 5. Лабораторные работы

№ п/п	Тема
1	Некоторые качественные и структурные свойства операторов дробного интегродифференцирования.
2	Задачи Дирихле и Коши для нелокальных обыкновенных дифференциальных уравнений дробного порядка.
3	Математические модели, основанные на производных дробного порядка. Краевые задачи для уравнения диффузии дробного порядка.
4	Уравнения переноса в средах с фрактальной геометрией.
5	Смешанная задача для нелокального волнового уравнения.

6	Краевые задачи для модифицированного уравнения влагопереноса с дробной по времени производной.
---	--

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Структурные свойства операторов дробного интегродифференцирования.
2	Положительность оператора дробного дифференцирования порядка $\alpha \in (0,1)$.
3	Метод функции Грина. Метод априорных оценок.
4	Фракталы. Размерность по Хаусдорфу.
5	Метод Фурье решения волнового уравнения.
6	Метод прямых.

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

Оценочные материалы предназначены для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО). Оценочные материалы (ОМ) являются центральным звеном системы оценки качества освоения обучающимися дисциплины. Целью разработки ОМ по дисциплине является оценка знаний, умений, навыков и уровня освоения обучающимися компетенций дисциплины.

ОМ дисциплины является составной частью рабочей программы дисциплины. Это – *оценочные средства, контрольно-измерительные и методические материалы*, предназначенные для определения качества результатов обучения и уровня сформированности комплектаций обучающихся в ходе освоения дисциплины.

Оценочные средства формируются на основе ключевых *принципов оценивания*:

- валидность – объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надёжность – при оценивании достижений обучающихся должны использоваться единые образцы стандартов и критерии;
- развивающего характера – фиксация персональных достижений обучающихся и предполагаемые мероприятия по улучшению результатов;
- своевременность – поддержание обратной связи с обучающимися при освоении учебных материалов.

Формирование оценочных средств дисциплины проходит следующие *этапы*:

- формируется система показателей, характеризующих состояние и динамику развития компетенций обучающихся и выпускников;
- определяются оценочные средства и процедуры оценивания знаний, умений, навыков, овладения компетенциями обучающихся.

Задания для оценивания умений, навыков и (или) опыта деятельности предусматривают выполнение аттестуемыми действий:

- по обработке информации, выделению ее элементов и выявлению взаимосвязи между ними и т.п.;
- по интерпретации и усвоению информации из разных источников, ее системному структурированию;
- по выявлению значения предмета учебной дисциплины для достижения конкретной цели;
- по решению учебных задач.

На проверку накопленных знаний направлены такие формы контроля, как устный опрос, коллоквиум и компьютерное тестирование. Они проводятся в целях побуждения самостоятельной мыслительной деятельности студентов.

Устный опрос учебной проводится с целью выявления и закрепления полученных знаний и умений, определения уровня подготовленности к изучению новой темы.

Коллоквиум предусматривает развёрнутое изложение по определённому вопросу, основанное на привлечении теоретического материала с целью активизации самостоятельной работы обучающегося по изучению материала. Он позволяет оценить умения студентов самостоятельно работать с учебным и научным материалом, выявить объем полученных знаний, полученных на занятиях, а также путем самостоятельной работы.

Компьютерное тестирование проводится для закрепления и проверки знаний, умений и навыков с применением технических средств.

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 знаний и самостоятельной работы.

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

Контрольные мероприятия по дисциплине проводятся в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе аттестации студентов КБГУ (19.01.2016г.). 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 лабораторных 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 «Элементы дробного исчисления и их приложения» и включает: ответы на теоретические вопросы на лабораторном занятии, решение практических задач и выполнение заданий на лабораторных занятиях, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий с отчетом (защитой) в установленный срок.

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

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения» (контролируемая компетенция 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 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) по результатам устного опроса.

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять изучаемые методы при решении практических задач.

В результате *устного опроса* знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Таблица 7. Шкала оценивания

Количество баллов	Критерии оценивания
5	Обучающийся - полно излагает изученный материал, знает все формулы, применяемые методы и их точность; - понимает материал, может обосновать свои суждения, применить знания при решении лабораторных заданий, а также 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 существенное 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 и неумение применять их при решении практических 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.

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемая компетенция УК-1, ПКС-3)

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой лабораторных занятий по дисциплине «Математическое моделирование процессов в средах с фрактальной структурой».

Самостоятельная работа оценивается степенью освоения вопросов для самостоятельного изучения (см. таблицу 6) и индивидуальным выполнением заданий к лабораторным занятиям.

Задания

1. Покажите, чему равно выражение $\Gamma(z) \Gamma(-z)$.
2. Покажите, чему равно выражение $\int_0^{\infty} \exp(-s) s^{\beta} ds$.
3. Чему равно выражение $\Gamma(1/2)/\Gamma(3/2)$.
4. Чему равно выражение $2D_{0x}^{-1/2} \sqrt{x}/\sqrt{\pi}$, $\alpha > 0$.
5. Чему равно выражение $2D_{0x}^{3/2} \sqrt{x}$.
6. При каком значении α имеет место равенство $\partial_{0x}^{\alpha} (x+1)^2 = 0$.
7. Чему равно выражение $D_{1x}^{1/4} D_{1x}^{-1/2} g(x)$.
8. Чему равно выражение $[\Gamma(2/5)]^{-1} \int_x^1 g(t)(t-x)^{-3/5} dt$.
9. Чему равно выражение $\int_x^1 \frac{g(t)}{\sqrt{t-x}} dt$.
10. Чему равно выражение $\frac{d^2}{dx^2} \int_x^1 \frac{g(t)}{\sqrt{t-x}} dt$.
11. Чему равно выражение $[\Gamma(3/5)]^{-1} \int_x^1 g(t)(t-x)^{-2/5} dt$.
12. Чему равно выражение $D_{0x}^{1/3} x^{-1/2}$.

Методические рекомендации по решению задач

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

Цель заданий – сформировать навык решения практических задач.

Критерии формирования оценок (оценивания) по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи).

Самостоятельное выполнение заданий на практических занятиях, а также вне аудитории является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения».

В результате *самостоятельной работы* знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Таблица 8. Шкала оценивания

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 применяемые формулы; - может применять знания при решении практических 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 все его детали, 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.

5.1.3. Оценочные материалы для выполнения докладов по дисциплине (контролируемая компетенция УК-1, ПКС-3):

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 балла) 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» (3 балла) – 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 проводится с целью определения качества освоения учебного материала в целом. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам курса и проводится по окончании изучения материала в заранее установленное время.

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

Рубежный контроль проводится в виде коллоквиумов (или самостоятельных, контрольных) на лабораторных занятиях, а также компьютерного тестирования.

Выполняемые работы хранятся на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляются в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия выносятся программный материал (разделы) по дисциплине.

По каждой контрольной точке обязательным является компьютерное тестирование, которое проводится в группе вне рамок учебного расписания. Разработана и сертифицирована в установленном порядке база тестовых заданий по дисциплине. Она ежегодно обновляется и (или) дополняется на 15%.

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

5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы (коллоквиумов) (контролируемая компетенция УК-1, ПКС-3)

Типовые варианты контрольных работ

Вариант 1.

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

Вариант 2.

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

Вариант 3.

1. Предметными областями для применения фракталов являются: _____
2. Функция Миттаг-Леффлера $E_{\alpha,\mu}(z)$ в точке $z = 0$ равна _____
3. Функция $\sin x$, выраженная с помощью функции Миттаг-Леффлера, имеет вид _____

Вариант 4.

1. Вычислить выражение $D_{1x}^{3/2} \sqrt{x-1}$
2. Выражение $D_{0x}^{-\alpha} x^{-\alpha} / \Gamma(1-\alpha)$, $\alpha > 0$ равно _____
3. Выражение $z\Gamma(z) / \Gamma(z-1)$ равно _____

Вариант 5.

1. Предметными областями для применения фракталов являются: _____
2. Вычислить выражение $D_{1x}^{3/2} \sqrt{x-1}$
3. Выражение $D_{0x}^{-\alpha} x^{-\alpha} / \Gamma(1-\alpha)$, $\alpha > 0$ равно _____

Критерии формирования оценок (оценивания) по контрольным точкам (контрольные работы, коллоквиум).

В результате контрольной точки (контрольные работы, коллоквиум) знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Таблица 9. Шкала оценивания

Количество баллов	Критерии оценивания
5	Обучающийся - выполнил работу полностью без ошибок и недочетов; - демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 71–100% задач.
4	Обучающийся - выполнил работу полностью, допущено в ней не более одной негрубой ошибки и недочета (не более трех недочетов); - демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 56–70% задач.
3	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; - затрудняется с правильным ответом предложенной задачи; - дает неполный ответ, решено 50–55% задач.
0–2	Обучающийся - допустил ошибки и недочеты, превышающие требования для 3 баллов или правильно выполнил менее 2/3 всей работы; - решено менее 50 % задач.

5.2.2. Оценочные материалы для компьютерного тестирования (контролируемая компетенция УК-1, ПКС-3)

Полный перечень *тестовых заданий* представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1206>

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Образцы тестовых заданий

1. Укажите тип дифференциального уравнения

$$u_{xx} + 4u_{xy} + u_{yy} + u_x + u_y + 2u - x^2 y = 0.$$

эллиптический;
гиперболический;
круговой;
параболический;

2. Определить тип следующих уравнений: $u_{xx}^2 + (u_{xx} - 2)u_{xy} - u_{yy}^2 = 0, u = x^2 + y^2$.

3. Привести к каноническому $u_{xx} - 4u_{xy} + 5u_{yy} - 3u_x + u_y + u = 0$.

4. Тип следующей системы уравнений:

$$\begin{aligned} 2u_x + v_x + 7u_y - 2u &= 0, \\ 3u_x + 3v_x + 31u_y + v_y - e^y \sin x &= 0 \end{aligned} \dots$$

5. Найти общее решение уравнения: $2u_{xx} - 5u_{xy} + 3u_{yy} = 0$.

6. Решить одномерную задачу Коши: $u_{tt} = u_{xx} + bx^2, u(x, 0) = e^{-x}, u_t(x, 0) = a$.

7. Найти значение постоянной k , для которой функция являются гармоническими: $x_1^3 + kx_1x_2^2$.

8. Вне круга $0 \leq r \leq R$ найти решение $u = u(r, \varphi)$ следующих краевых задач для уравнения

Лапласа: $u(R, \varphi) = T \sin \frac{\varphi}{2}$.

9. В полуполосе $0 < x < l, t > 0$ решение следующей смешанной задачи $u_t = a^2 u_{xx} - \beta u, u(0, t) = u(l, t) = 0, u(x, 0) = \sin x$ равно...:

- 10.

В круге $x^2 + y^2 = r^2 < R$ решение задачи Дирихле:

$$\Delta u(x, y) = 0, \quad 0 \leq r < R,$$

$$u(x, y) = g(x, y) = ax + by, \quad r = R \text{ равно...:}$$

11. Найти функцию $v(x, y)$ гармонически сопряженную с $u(x, y) = xy^3 - yx^3$.

$$v(x, y) = \frac{1}{4}(x^4 + y^4 - 6x^2y^2) + C. ; \quad v(x, y) = \frac{1}{4}(x^4 + y^4 - 6x^2y^2). ; \quad v(x, y) = \frac{1}{4}(x^4 + y^4) + C. ;$$

$$v(x, y) = x^4 + y^4 - 6x^2y^2 + C.$$

Критерии формирования оценок (оценивания) по компьютерному тестированию

В результате компьютерного тестирования знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Таблица 10. Шкала оценивания

Процент правильных ответов, критерии оценивания	Количество баллов
Более 85 % правильных ответов на предложенные тестовые задания.	5
От 71 до 84 % правильных ответов на предложенные тестовые задания.	4
От 41 до 70 % правильных ответов на предложенные тестовые задания.	3
От 21 до 40 % правильных ответов на предложенные тестовые задания.	2
От 10 до 20 % правильных ответов на предложенные тестовые задания.	1
Менее 10 % правильных ответов на предложенные тестовые задания.	0

В результате прохождения *текущего и рубежного контроля* знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

Таблица 11. Шкала оценивания

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

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Целью промежуточной аттестации по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

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

Оценочные материалы для проведения *промежуточной аттестации* по дисциплине включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения определяются показатели и критерии оценивания сформированных компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания. При составлении оценочных материалов основываются на компетентных принципах. Они содержат комплексные средства оценки, объективно отражающие качество подготовки специалиста по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация завершает изучение дисциплины и помогает оценить совокупности знаний и умений, а также формирование определенных профессиональных компетенций. Она служит основным средством обеспечения в учебном процессе «обратной связи» между преподавателем и обучающимся, необходимой для стимулирования работы обучающихся и совершенствования методики преподавания учебных дисциплин.

Оценивание знаний, умений и навыков носит комплексный, системный характер – с учетом как места дисциплины в структуре образовательной программы, так и содержательных и смысловых внутренних связей. Связи формируемых компетенций с разделами и темами дисциплины обеспечивают возможность реализации для текущего контроля наиболее подходящих оценочных средств.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения» в форме проведения экзамена, которым заканчивается изучение дисциплины. Она может проводиться в устной и письменной форме. Итоговая оценка определяется суммой баллов, полученных студентом в ходе текущего и рубежного контроля, а также в ходе промежуточной аттестации.

Для успешной промежуточной аттестации студент должен:

- показать полные и глубокие знания материала;
- уметь применять полученные знания для решения практических задач и быть способным анализировать проблемы, формулировать выводы;
- владеть необходимыми навыками для применения полученных знаний и умений в своей профессиональной деятельности.

Для получения экзамена студенту необходимо иметь не менее 61 балла. Для допуска к экзамену студент должен по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости набрать число баллов не менее 36. На экзамене он может повысить сумму баллов от 61 и выше (до 100), необходимых для получения экзамена.

Вопросы, выносимые на экзамен (контролируемая компетенция 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.
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 $D_{0x}^{1/2} u(x) + \lambda u(x) = f(x)$, $\lim_{x \rightarrow 0} u(x)\sqrt{x} = 1$.

Критерии формирования оценок (оценивания) по промежуточной аттестации

Знания обучающегося во время прохождения *промежуточной аттестации* оцениваются по ниже следующей шкале.

Таблица 12. Шкала оценивания на экзамене

Количество баллов	Критерии оценивания
27–30	Обучающийся свободно ориентируется в материале и отвечают без затруднений; способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 95–100% задач.
23–26	Обучающийся относительно полно ориентируется в материале, отвечает без затруднений, допускает незначительное количество ошибок; 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 85–94% задач.
19–22	Обучающийся недостаточно высоко владеет материалом. В процессе ответа на зачете допускаются ошибки и некоторые затруднения при изложении материала. Правильно выполнено более 2/3 всей работы или допущено 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 75–84% задач.
15–18	Обучающийся допускает ошибки. Имеет невысокую степень ориентации в материале. Правильно выполнено от 1/3 до 2/3 всей работы. Обучающийся дает недостаточно верную оценку ситуации, решено 55–74% задач.

0	Обучающийся допускает значительные ошибки. Имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов высоко для получения баллов или правильно выполнено менее 1/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.
---	---

В результате *прохождения промежуточной аттестации (экзамена)* оценивание планируемых результатов обучения по дисциплине проводится по ниже следующей шкале.

Таблица 13. Шкала оценивания планируемых результатов обучения

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
III	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. 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 итогам текущего и рубежного контроля 61–70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	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. Студент имеет 61–65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66–70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	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.

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

Минимальная сумма – 61 балл, 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 (от 15 до 30 баллов на экзамене).

Критерием оценки уровня сформированности компетенции в рамках учебной дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения» является экзамен.

Общий балл *текущего и рубежного контроля* складывается из составляющих,

приводимых в таблице 14.

Таблица 14. Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	Посещение занятий	<i>до 10 баллов</i>	<i>до 3 б.</i>	<i>до 3 б.</i>	<i>до 4 б.</i>
2	Текущий контроль:	<i>до 30 баллов</i>	<i>до 10 б.</i>	<i>до 10 б.</i>	<i>до 10 б.</i>
	Ответ на 5 вопросов	<i>от 0 до 15 б.</i>	<i>от 0 до 5 б.</i>	<i>От 0 до 5 б.</i>	<i>От 0 до 5 б.</i>
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 6 до 12 б.	от 2 до 4 б.	от 2 до 4 б.	от 2 до 4 б.
	Ответ, содержащий значительные неточности, ошибки	от 0 до 3 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)	<i>от 0 до 15 б.</i>	<i>от 0 до 5 б.</i>	<i>от 0 до 5 б.</i>	<i>от 0 до 5 б.</i>
3	Рубежный контроль	<i>до 30 баллов</i>	<i>до 10 б.</i>	<i>до 10 б.</i>	<i>до 10 б.</i>
	тестирование	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	коллоквиум	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
Итого сумма текущего и рубежного контроля		<i>до 70 баллов</i>	<i>до 23 б.</i>	<i>до 23 б.</i>	<i>до 24 б.</i>
	Первый этап (базовый уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б.
	Второй этап (продвинутый уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б.	менее 23 б.	менее 24 б.
	Третий этап (высокий уровень) – оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б.	не менее 24 б.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися. По дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения» учебным планом предусмотрена форма промежуточной аттестации – экзамен. Проводится комплексная проверка обучающихся на определение степени овладения знаниями, умениями и навыками, полученными на занятиях, а также путём самостоятельной работы.

Качество освоения дисциплины оценивается по таблице, приводимой в приложении.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции УК-1, ПКС-3, представлены в таблице 15.

Таблица 15. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

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

<p>УК- 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.1. Способен применять системный подход и методы анализа и синтеза в научно-познавательной деятельности</p> <p>УК-1.2. Способен осуществлять поиск алгоритмов решения проблемной ситуации на основе доступных источников информации с применением современных информационных и коммуникационных средств и технологий</p>	<p>Знать: Принципы сбора, отбора, обобщения и систематизации информации, вероятные стратегии действий</p> <p>Уметь: Соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках проблемной ситуации в профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть: Опыт работы с информационными источниками, выработки стратегий действия</p> <p>Знать: Принципы и методы системного подхода.</p> <p>Уметь: Отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности; применять принципы и методы системного подхода для решения поставленных задач.</p> <p>Владеть: 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); типичные оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2); типичные тестовые задания (п. 5.2.2); типичные оценочные материалы к зачету (п. 5.3).</p>
<p>ПКС-3. Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения</p>	<p>ПКС-3.1. Способен использовать методические основы преподавания профессиональных дисциплин</p>	<p>ПКС-3.1. 3-1. методические основы преподавания дисциплин математики и информатики.</p> <p>ПКС-3.1. У-1. Профессионально грамотно пользоваться организационно-методическим и учебно-методическим обеспечением образовательной программы соответствующего уровня.</p> <p>ПКС-3.1. В-1. психолого-педагогическими и методическими основами преподавания дисциплин математики и информатики.</p>	<p>Типичные оценочные материалы для устного опроса (п. 5.1.1); типичные оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2);</p>

	<p>ПКС-3.2. Способен планировать лекционные и семинарские занятия по программам профессионального обучения математике и информатике, с учетом уровня подготовки и психологию аудитории</p>	<p>ПКС 3.2. 3-1. образовательный стандарт и программы среднего общего образования, среднего профессионального образования и дополнительные общеобразовательные и профессиональные программы соответствующего уровня</p> <p>ПКС 3.2. У-1. Применять теоретические и практические основы по дополнительным разделам элементарной математики при проведении методических и экспертных работ.</p> <p>ПКС-3.2. В-1. Способность к планированию и осуществлению педагогической деятельности с учетом специфики предметной области в образовательных организациях.</p>	<p>типовые тестовые задания (п. 5.2.2); типовые оценочные материалы к зачету (п. 5.3).</p>
--	---	--	--

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем и направлено на формирование УК-1, ПКС-3.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт 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/
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. 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.
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.
11. Алтунин К.К. Методы математической физики. Директ-Медиа, ЭБС «Книгафонд», 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/>

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

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ
(2022-2023 уч. год)**

№ п/п	Наименование электронного ре- сурса	Краткая характери- стика	Адрес сайта	Наименование организации- владельца; реквизиты до- говора	Условия до- ступа
1.	Научная элек- тронная библио- тека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ»	Полный до- ступ
2.	База данных Sci- ence Index (РИНЦ)	Национальная ин- формационно-анали- тическая система, ак- кумулирующая более 6 миллионов публи- каций российских ав- торов, а также ин- формацию об их ци- тировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 Активен до 31.07.2023г.	Авторизован- ный доступ. Позволяет до- полнять и уточнять све- дения о пуб- ликациях уче- ных КБГУ, имеющихся в РИНЦ
3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Кон- сультант сту- дента» (г. Москва) Договор №750КС/07- 2022 От 26.09.2022 Активен до 30.09.2023г.	Полный до- ступ (реги- страция по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека тех- нического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Поли- техресурс» (г. Москва) Договор №701КС/02- 2022 от 13.04.2022	Полный до- ступ (реги- страция по IP-адресам КБГУ)

				Активен до 19.04.2023г.	
5.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №6ЕП/223 от 15.02.2022 Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/166 6-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудио изданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №9200/22П от 08.04.2022 Активен до 02.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://www.biblio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ

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

7.6. Методические указания к практическим и лабораторным работам

Целью лабораторных занятий является приобретение студентами новых знаний, профессиональных умений и навыков для самостоятельной практической работы. Лабораторные занятия позволяют углубить и закрепить теоретические знания в интересах профессиональной подготовки. Они позволяют продемонстрировать знания, самостоятельность, умение читать и понимать учебные и научные материалы, а также применять их при решении конкретных задач прикладной математики.

Для подготовки к лабораторным занятиям следует использовать рекомендованную литературу и источники.

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

Учебная работа по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения» состоит из контактной работы (лекции и лабораторные занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 38,89% (в том числе лекционных занятий – 19,44%, лабораторных занятий – 19,45%), доля самостоятельной работы – 61,11%. Соотношение лекционных и лабораторных занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану направления 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика», профиль «Математическое и компьютерное моделирование».

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

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

Цель курса «Элементы дробного исчисления и их приложения» - 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 по прикладной математике, 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 лабораторным занятиям

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 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 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 лабораторным занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы. В заданиях к лабораторным работам приводятся рекомендуемая литература.

На лабораторных занятиях обучающиеся учатся грамотно самостоятельно решать предлагаемые индивидуально для каждого задания, а затем их защищать.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа (по В.И. Далу «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 VII-м семестре является формой итогового контроля знаний и умений, обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, лабораторных занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимся 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

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

зарубежное лицензионное программное обеспечение:

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
1.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
2.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUse-Bnft Student EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
3.	MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
4.	MSAcademicEES	WINEDUperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES (Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
5.	StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
6.	Mathlab/Simulink	ТАН-25	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №80/ЕЛ-223
7.	Embarcadero	RAD Studio Architect Concurrent AcademicEdition 1 Year Term License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
8.	AdobeCreativeCloud	Adobe Creative Cloud for Teams – All Apps. Лицензии Education Device license для образовательных организаций	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
9.	Sketchup	SketchUp Pro 2020 - License for Education -- LAB for 1 year.	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
10.	PTC	Mathcad Education - University Edition Subscription (50 pack)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
11.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
12.	ABBYY	ABBYY FineReader	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

Зарубежное программное обеспечение (свободно распространяемое)

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

Российское лицензионное программное обеспечение:

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

Российское программное обеспечение (свободно распространяемое)

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

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

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

- 1) альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- 2) для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ 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 для выполнения на зачете 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 студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
 - зачет проводится в письменной форме;

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

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

- по желанию студента зачет проводится в устной форме.

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

9. Лист изменений (дополнений)

в рабочей программе дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения» по направлению подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика, профиль «Математическое и компьютерное моделирование» 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 «3» сентября 2022г.

Зав. кафедрой _____ А.Р. Бечелова

