

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ
КАФЕДРА АЛГЕБРЫ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы _____ М.С. Нирова
« ____ » _____ 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФ и М
_____ М.С. Нирова
« ____ » _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭЛЕМЕНТЫ ДРОБНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ В
ТЕОРИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ»
(код и наименование дисциплины)

Программа специалитета
01.05.01 Фундаментальные математика и механика
(код и наименование программы специалитета)

Направленность (профиль)
Фундаментальная математика
(наименование направленности (профиля))

Квалификация (степень) выпускника
специалист

Форма обучения
очная

Нальчик 2024

Рабочая программа дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения в теории краевых задач» /сост. Езаова А. Г. – Нальчик: КБГУ, 2024. – 33 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по программе специалитета 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, профиль «Фундаментальная математика» 8 семестра, 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.2018г. №16 (зарегистрировано в Минюсте РФ 6 февраля 2018г. № 49943).

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Цель и задачи освоения дисциплины | 3 |
| 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО | 3 |
| 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины | 3 |
| 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)..... | 5 |
| Структура дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложение в теории краевых задач»..... | 6 |
| 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации | 8 |
| 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности..... | 19 |
| 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)..... | 20 |
| 7.1. Нормативно-законодательные акты | 20 |
| 7.2. Основная литература..... | 20 |
| 7.3. Дополнительная литература | 20 |
| 7.4. Периодические издания | 21 |
| 7.5. Интернет-ресурсы..... | 21 |
| 7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий и другим видам самостоятельной работы | 23 |
| 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины | 29 |
| 8.1 Требования к материально-техническому обеспечению | 29 |
| 8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья | 29 |
| Лист изменений (дополнений) в рабочей программе | 31 |
| Приложение 1..... | 32 |
| Приложение 2..... | 33 |

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Предметом изучения настоящего курса являются операторы интегрирования и дифференцирования дробного порядка и их качественные и структурные свойства.

Теория дробного исчисления, посвященная исследованию и применению производных и интегралов произвольного порядка, имеет давнюю историю. Понятия дробного дифференцирования и интегрирования обычно связывают с именем Лиувилля. Лейбниц, Эйлер, Адамар, Абель, Риман и многие другие известные математики оказали существенное влияние на развитие дробного интегро-дифференцирования, ставшего в настоящее время самостоятельным направлением в анализе.

Хорошо известна роль дробного исчисления в теории уравнений смешанного типа и вырождающихся уравнений. Кроме того, основой современного математического моделирования физических, химических, природных, экономических и социально-биологических явлений и процессов, протекающих во фрактальных средах и системах, являются дифференциальные уравнения дробного порядка. В связи с этим дробное исчисление функций одной и многих переменных продолжает интенсивно развиваться.

Цель курса

- 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 знаний.

Задачи, соответствующие цели освоения дисциплины:

- усвоение студентами основного теоретического материала курса;
- приобретение студентами знаний, позволяющих решать различные краевые задачи.

Изучение дисциплины направлено на развитие у обучающихся навыков работы с математическим аппаратом теории дробного исчисления, на подготовку их к системному восприятию дальнейших дисциплин из учебного плана, использующих элементы данной дисциплины.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Элементы дробного исчисления и их приложения в теории краевых задач» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы специалитета 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, профиль «Фундаментальная математика».

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- Математический анализ
- Алгебра
- Дифференциальные уравнения
- Функциональный анализ
- Уравнения с частными производными.

Получаемые знания лежат в основе математического образования, необходимы для понимания и освоения ряда математических наук и их приложений.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В совокупности с другими дисциплинами профиля «Фундаментальная математика» дисциплина «Элементы дробного исчисления и их приложения в теории краевых задач» направлена на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению специалитета 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, профиль «Фундаментальная математика»:

профессиональными компетенциями (ПКС):

- Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках (ПКС-4).

Индикаторы достижения компетенции ПКС-4:

ПКС-4.1. Способен решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики.

ПКС-4.2. Способен применять методы математического моделирования в естественных науках.

В результате освоения дисциплины студент 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.
- Определения операторов дробного интегро-дифференцирования Римана-Лиувилля, Капуто, Вейля, Джрбашяна-Нерсисяна, интегралов и производных сегментного порядка.
- 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, функций типа 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.
- Ориентироваться в материале учебных дисциплин, использующих аппарат дробного исчисления.

Владеть:

- методами дробного исчисления;
- навыками применения методов дробного исчисления при решении задач прикладного характера.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Содержание разделов дисциплины

Таблица 1. Содержание разделов дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения в теории краевых задач», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

| № п/п | Наименование раздела | Содержание раздела | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|---|--|---|----------------------------------|
| 1 | Специальные функции | Гамма-функция Эйлера. Определение. Функциональные соотношения. Бета-функция. Связь с гамма-функцией. | ПКС-4 | КР, К, Т |
| 2 | Операторы дробного интегрирования и дифференцирования в смысле Римана-Лиувилля и в смысле Капуто | 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. | ПКС-4 | Д, КР, К, Т |
| 3 | Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка. | Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка. Задача Коши. Редукция к интегральному уравнению. Решение дифференциальных уравнений дробного порядка с помощью формулы Грина. Общее представление решения. Дифференциальные уравнения с производными Капуто. Форма задания начальных данных. Связь с уравнениями в производных Римана-Лиувилля. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений дробного порядка. | ПКС-4 | Д, КР, К, Т |
| 4 | Линейные интегральные уравнения дробного порядка. | Уравнение Абеля первого рода. Формула обращения. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования. Задание начальных данных в локальной и нелокальной постановках и связь между ними. | ПКС-4 | Д, КР, К, Т |

| | | | | |
|---|--|---|-------|-------------|
| | | Интегральное уравнение Абеля второго рода. Формула обращения. Функция типа Миттаг-Леффлера. Формулы дифференцирования функции типа Миттаг-Леффлера. | | |
| 5 | <i>Приложения в теории краевых задач</i> | Применение к уравнению диффузии Фурье. Применение к уравнению Эйлера-Дарбу – Пуассона и параболически вырождающимся гиперболическим уравнениям. Применение к уравнениям состояния вещества. Применение к сплошным средам с памятью. Смешанные задачи для волновых уравнений. Применение к проблеме регуляризации задачи Дарбу. Применение к задаче Трикоми для уравнения смешанного типа. | ПКС-4 | Д, КР, К, Т |

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: контрольной работы (КР), написание доклада (Д), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

Структура дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложение в теории краевых задач»

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

| Вид работы | Трудоемкость, часов | |
|---|---------------------|-------|
| | 8 семестр | всего |
| Общая трудоемкость (в часах) | 144 | |
| Контактная работа (в часах): | 68 | |
| <i>Лекции (Л)</i> | 34 | |
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i> | 34 | |
| Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа: | 76 | |
| Самостоятельное изучение разделов | 61 | |
| Контрольная работа (КР) | 6 | |
| Подготовка и прохождение промежуточной аттестации | 9 | |
| Вид итогового контроля | зачет | |

Таблица 3. Лекционные занятия

| № п/п | Тема |
|----------|--|
| 1 | Специальные функции <i>Цель и задачи изучения темы</i> – раскрыть понятия Эйлеровых интегралов, их свойств и связи между ними |
| 2 | Операторы дробного интегрирования и дифференцирования в смысле Римана-Лиувилля и в смысле Капуто. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить операторы дробного интегрирования и дифференцирования в смысле Римана-Лиувилля и в смысле Капуто, их связь с преобразованием Лапласа. Ознакомить студентов с формулами интегрирования и дифференцирования степенных функций. |
| 3 | Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – раскрыть понятие линейных дифференциальных уравнений дробного порядка. Изучить решение дифференциальных уравнений дробного порядка с помощью формулы Грина. Ознакомить студентов с дифференциальными уравнениями с производными Капуто. |
| 4 | Линейные интегральные уравнения дробного порядка. <i>Цель и задачи изучения темы</i> - изучить уравнение Абеля первого и второго рода. Ознакомить студентов с функцией типа Миттаг-Леффлера. |
| 5 | Приложения в теории краевых задач <i>Цель и задачи изучения темы</i> – ознакомить студентов с применением теории краевых задач в различных областях. |

Таблица 4. Практические занятия

| № п/п | Тема |
|----------|--|
| 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 | Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка. Задача Коши. Редукция к интегральному уравнению. |
| 4 | Решение дифференциальных уравнений дробного порядка с помощью формулы Грина. Общее представление решения. |
| 5 | Дифференциальные уравнения с производными Капуто. Форма задания начальных данных. Связь с уравнениями в производных Римана-Лиувилля. |
| 6 | Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений дробного порядка. |
| 7 | Уравнение Абеля первого рода. Формула обращения. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования. Задание начальных данных в локальной и нелокальной постановках и связь между ними. |
| 8 | Интегральное уравнение Абеля второго рода. Формула обращения. Функция типа Миттаг-Леффлера. Формулы дифференцирования функции типа Миттаг-Леффлера. |

| | |
|----|---|
| 9 | Смешанные задачи для волновых уравнений. О проблеме регуляризации задачи Дарбу. Применение к задаче Трикоми для уравнения смешанного типа. |
| 10 | Об одном обобщении закона Кольрауша. Смешанные задачи для однородных и неоднородных уравнений. |
| 11 | Уравнение роста численности популяции. Применение к проблеме регуляризации задачи Дарбу. Применение к задаче Трикоми для уравнения смешанного типа. |
| 12 | Об одной математической модели процесса трансформации полей температуры и влажности в приземном слое атмосферы. Задача Самарского в видоизмененной постановке для нелокального диффузионного уравнения. |

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

| № п/п | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение |
|----------|--|
| 1. | Операторы дробного дифференцирования Джрбашьяна-Нерсисяна. Связь с производными Римана-Лиувилля и Капуто |
| 2. | Операторы интегро-дифференцирования континуального порядка |
| 3. | Функция Вольтерра. Связь с преобразованием Лапласа. Законы композиции с операторами Римана-Лиувилля |
| 4 | Аппроксимационные методы в дробном исчислении |
| 5 | Применение к задаче определения формы прорези плотины |
| 6 | Редукция определяющего уравнения Ю.Н. Работнова к модели Р.Л. Торвик _П. Дж. Торвик вязкоупругого тела |
| 7 | Формула обращения дробного интеграла бесконечно малого порядка |
| 8 | Алгоритмы численного интегрирования и дифференцирования дробного порядка |
| 9 | Краевые задачи для операторов дробного дифференцирования в областях с меняющимся направлением времени |
| 10 | Некоторые дробные аналоги диффузионных уравнений и их приложения в теории краевых задач |
| 11 | Решение дробных краевых задач в областях с подвижными границами |

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 двух семестрах и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложение к теории краевых задач» и включает: ответы на теоретические вопросы на практике, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий.

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 «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач» (контролируемые компетенции ПКС-4)

Тема 1. Специальные функции

1. Гамма-функция Эйлера. Определение.
2. Функциональные соотношения.
3. Бета-функция.
4. Связь с гамма-функцией.

Тема 2. Операторы дробного интегрирования и дифференцирования в смысле Римана-Лиувилля и в смысле Капуто

5. Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка в смысле Римана-Лиувилля.
6. Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка в смысле Капуто.
7. Выражение в терминах свертки.
8. Связь с преобразованием Лапласа.
9. Формулы интегрирования и дифференцирования степенных функций.

Тема 3. Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка.

10. Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка.
11. Задача Коши.
12. Редукция к интегральному уравнению.
13. Решение дифференциальных уравнений дробного порядка с помощью формулы Грина.
14. Общее представление решения.
15. Дифференциальные уравнения с производными Капуто.
16. Форма задания начальных данных.
17. Связь с уравнениями в производных Римана-Лиувилля.
18. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений дробного порядка.

Тема 4. Линейные интегральные уравнения дробного порядка.

19. Уравнение Абеля первого рода.
20. Формула обращения.
21. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования.
22. Задание начальных данных в локальной и нелокальной постановках и связь между ними. Интегральное уравнение Абеля второго рода.
23. Формула обращения.
24. Функция типа Миттаг-Леффлера.
25. Формулы дифференцирования функции типа Миттаг-Леффлера.

Тема 5. Приложения в теории краевых задач

26. Применение к уравнению диффузии Фурье.
27. Применение к уравнению Эйлера-Дарбу – Пуассона и параболически вырождающимся гиперболическим уравнениям.
28. Применение к уравнениям состояния вещества.
29. Применение к сплошным средам с памятью.
30. Смешанные задачи для волновых уравнений.
31. Применение к проблеме регуляризации задачи Дарбу.
32. Применение к задаче Трикоми для уравнения смешанного типа.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний студентов по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач».

Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения. При оценке ответа студента следует руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- полноту и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

1 балл, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определенное экономических понятий;
- 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.

0,5 балла, 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 «1», «0,5» 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 сообщений (докладов) по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения в теории краевых задач» (контролируемые компетенции ПКС-4):

Сообщение (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 «Элементы дробного исчисления и их приложения в теории краевых задач»

1. Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка в смысле Капуто.
2. Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка.
3. Задача Коши.
4. Редукция к интегральному уравнению.
5. Уравнение Абеля первого рода.
6. Формула обращения.
7. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования.
8. Применение к уравнению диффузии Фурье.
9. Применение к уравнениям состояния вещества.
10. Применение к сплошным средам с памятью.
11. Смешанные задачи для волновых уравнений.

Требования к докладу (сообщению):

Общее время сообщения (доклада) 10-15 мин.

Критерии оценки доклада:

«отлично» (2 балла) ставится, если обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Доклад представлен в срок.

«хорошо» (1 балл) – обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Доклад представлен достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

«удовлетворительно» (0,5 балла) – обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Доклад представлен со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» (менее 0,5 баллов) – обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Доклад не представлен.

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 течении учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.2.1. Оценочные материалы для проведения устного коллоквиума (контролируемые компетенции ПКС-4)

Рейтинговая точка №1

1. Гамма-функция Эйлера. Определение.
2. Функциональные соотношения.
3. Бета-функция.
4. Связь с гамма-функцией.
5. Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка в смысле Римана-Лиувилля и в смысле Капуто.
6. Выражение в терминах свертки.
7. Связь с преобразованием Лапласа.
8. Формулы интегрирования и дифференцирования степенных функций.
9. Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка.
10. Задача Коши.
11. Редукция к интегральному уравнению.
12. Решение дифференциальных уравнений дробного порядка с помощью формулы Грина.
13. Общее представление решения.

Рейтинговая точка №2

1. Дифференциальные уравнения с производными Капуто.
2. Форма задания начальных данных.
3. Связь с уравнениями в производных Римана-Лиувилля.

4. Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений дробного порядка.
5. Уравнение Абеля первого рода.
6. Формула обращения.
7. Задача Коши для оператора дробного дифференцирования.
8. Задание начальных данных в локальной и нелокальной постановках и связь между ними. Интегральное уравнение Абеля второго рода.
9. Формула обращения.
10. Функция типа Миттаг-Леффлера.
11. Формулы дифференцирования функции типа Миттаг-Леффлера.

Рейтинговая точка №3

12. Применение к уравнению диффузии Фурье.
13. Применение к уравнению Эйлера-Дарбу –Пуассона и параболически вырождающимся гиперболическим уравнениям.
14. Применение к уравнениям состояния вещества.
15. Применение к сплошным средам с памятью.
16. Смешанные задачи для волновых уравнений.
17. Применение к проблеме регуляризации задачи Дарбу.
18. Применение к задаче Трикоми для уравнения смешанного типа.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (коллоквиум)

5 баллов - ставится в случае когда обучающийся демонстрирует знание теоретического материала на 100% задач;

4 балла - ставится в случае когда обучающийся демонстрирует знание теоретического материала на 70% задач;

3 балла – ставится в случае когда обучающийся затрудняется с правильной формулировкой теоретического материала, дает неполный ответ, демонстрирует знание теоретического материала на 55% задач

2 и менее баллов – ставится в случае когда обучающийся дает неверную формулировку теоретического материала, дает неверный ответ, демонстрирует знание теоретического материала на менее 50 % задач.

5.2.2. Оценочные материалы для контрольной работы (контролируемые компетенции ПКС-4):

Типовые варианты контрольных работ:

Вариант 1.

1. Найти значение предела $\lim_{z \rightarrow 0} \frac{z}{\Gamma(z)}$
2. Найти значение выражения $\Gamma(z+1)/z$.
3. Вычислить $\int_0^{\infty} \exp(-x) x^{\alpha-1} dx$

Вариант 2.

4. Доказать $E_{1/\alpha}[z; \mu] = \frac{1}{\Gamma(\mu)} + zE_{1/\alpha}[z; \mu + \alpha]$
5. Вычислить $\frac{d^2}{dx^2} \int_0^x \frac{g(t)}{\sqrt{t-x}} dt$
6. Вычислить $D_{0,x}^{\alpha} (x+1)^2$.

Вариант 3.

7. Вычислить ${}_zE_{2,2}[z^2]$.

8. Доказать $\int_a^b g(s)D_{as}^\alpha h(s)ds = \int_a^b h(s)D_{bs}^\alpha g(s)ds$

9. Вычислить $\frac{d^2}{dx^2} \int_0^x \frac{g(t)}{\sqrt{t-x}} dt$

10. Записать выражение в терминах операторов дробного интегро-дифференцирования $\int_1^x u(t)\sqrt{x-t}dt$

Вариант 4.

11. Найти значение $L\{\int_0^x \int_0^s g(t) dt ds; p\}$, если $L\{g(x); p\} = G(p)$.

12. Определить количество решений интегрального уравнения $u(x) - \mu D_{0x}^{-\alpha} u(x) = 1$, $\alpha > 0$.

13. С помощью интегрального преобразования Лапласа, преобразовать уравнение $u(x) - D_{0x}^{-\frac{1}{2}} u(x) = f(x)$.

14. Чему равна функция Миттаг-Леффлера $E_{1,1}(z)$?

Вариант 5.

15. Доказать, что $D_{0x}^{-\frac{1}{2}} D_{0x}^{-\frac{1}{2}} \varphi(\xi) = D_{0x}^{-1} \varphi(\xi)$.

16. Вычислить $D_{0x}^\alpha \sin(x)$.

17. Решить уравнение $u(x) + \int_0^x u(t)(x-t)^{1/3} dt = x$.

18. 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 по контрольным точкам (контрольная работа)

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

4 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 практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

3 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, решено 55% задач

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

Виды ошибок:**– Грубые ошибки**

1. Незнание определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории математического анализа.
2. Неумение выделить правильный ход решения задачи.
3. Незнание приемов решения математических задач, ошибки, показывающие

неправильное понимание условия контрольной работы или неправильное истолкование решения.

– **Негрубые ошибки**

1. Неточности в применении стандартного хода решения поставленной задачи.
2. Нерациональный выбор хода решения.

– **Недочеты**

1. Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
2. Отдельные погрешности в написании решения.
3. Небрежное выполнение задания.

5.2.3. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения в теории краевых задач» (контролируемые компетенции ПКС-4):

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=2580>

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

1. Выражение $z(z-1)\Gamma(z-1)$ равно

$$-: z \quad -: \Gamma(z-2) \quad +: \Gamma(z+1) \quad -: z+1$$

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

$$-: z \quad +: 2 \quad -: 1 \quad -: \Gamma(z)$$

3. Выражение $B(x+1, y) \Gamma(x+y) / \Gamma(x)$ равно

$$-: x\Gamma(y) \quad -: (x+y) / \Gamma(x) \\ +: x\Gamma(y) / (x+y) \quad -: (x+y) / \Gamma(x+y)$$

4. Выражение $\Gamma(x) \Gamma(y) / B(x, y)$ равно

$$-: B(x, y) \quad -: B(x+y, x-y) \\ +: \Gamma(x+y) \quad -: 1 / \Gamma(x+y)$$

5. Пусть $\mathcal{L}\{g(x); p\} = G(p)$. Тогда $\mathcal{L}\left\{\int_0^x \partial_{0x}^{1/2} g(x); p\right\}$ равно:

$$+: p^{-1/2}G(p) - p^{-3/2}g(0) \quad -: p^{-1/2}G(p) - p^{1/2}g(0) \\ -: p^{1/2}G(p) - g(0) \quad -: p^{3/2}G(p) - g(0)$$

6. Интегральное уравнение $u(x) - \lambda D_{0x}^{-\alpha} u(x) = 1, \alpha > 0$, имеет ### решений.

$$+: 1$$

$$+: \text{одно}$$

7. Интегральное уравнение $u(x) - \int_0^x u(x) = 1$ при интегральном преобразовании Лапласа переходит в уравнение $(\mathcal{L}\{u(x); p\} = U(p))$

$$-: U(p) - pU(p) = 1 \quad -: U(p) - U(p)/p = 0$$

$$-: pU(p) - U(p) = 1/p \quad +: U(p) - U(p)/p = 1/p$$

8. Функция Миттаг-Леффлера $E_{\alpha, \mu}(z)$ определяется с помощью ряда

$$+: \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{\Gamma(\alpha k + \mu)} \quad -: \sum_{k=0}^{\infty} z^k \Gamma(\mu - \alpha k)$$

$$-: \sum_{k=1}^{\infty} \frac{z^k}{\Gamma(\alpha + k\mu)} \quad -: \sum_{k=1}^{\infty} \frac{z^k \Gamma(\alpha k + \mu)}{k!}$$

9. Функция Миттаг-Леффлера $E_{2,1}(-z^2)$ равна

$$-: \sin z \quad +: \cos z \quad -: \exp z \quad -: ch z$$

10. Функция $\sin x$, выраженная с помощью функции Миттаг-Леффлера имеет вид

$$-: E_{2,1}(x^2) \quad +: xE_{2,2}(-x^2) \quad -: E_{2,2}(x^2) \quad -: xE_{1,2}(-x^2)$$

11. Функция $\exp x$, выраженная с помощью функции Миттаг-Леффлера имеет вид

$$+: E_{1,1}(x) \quad -: xE_{2,2}(-x) \quad -: E_{2,2}(x) \quad -: xE_{1,1}(-x)$$

12. Функция $\cos \sqrt{x}$ равна

$$-: E_{2,1}(x) \quad +: E_{2,1}(-x) \quad -: E_{2,2}(\sqrt{x}) \quad -: E_{1,2}(-x)$$

13. Функция $\sqrt{x} \sin \sqrt{x}$ равна

$$+: xE_{2,2}(-x) \quad -: E_{2,1}(-x)$$

$$-: E_{2,2}(\sqrt{x}) \quad -: E_{1,2}(-x)$$

14. Выражение $D_{0x}^\alpha \sin x$ равно

$$-: x^\alpha E_{2,1+\alpha}(-x^2) \quad -: xE_{2-\alpha,2}(-x^2)$$

$$+: x^{1-\alpha} E_{2,2-\alpha}(-x^2) \quad -: E_{2+\alpha,1}(-x^2)$$

15. Выражение $D_{0x}^\alpha \cos x$ равно

$$-: x^{1+\alpha} E_{2,2+\alpha}(-x^2) \quad +: x^{-\alpha} E_{2,1-\alpha}(-x^2)$$

$$-: xE_{2-\alpha,2}(-x^2) \quad -: E_{2+\alpha,1}(-x^2)$$

16. Начальные данные задачи Коши для уравнения $\partial_{0x}^\alpha u(x) + \lambda u(x) = 0$, $0 < \alpha < 1$, задаются в виде

$$-: \lim_{x \rightarrow 0} \partial_{0x}^\alpha u(x) = u_0 \quad +: u(x) = u_0$$

$$-: \lim_{x \rightarrow 0} u'(x) = u_0 \quad -: \lim_{x \rightarrow 0} D_{0x}^{\alpha-1} u(x) = u_0$$

17. Для задачи Коши для уравнения $\partial_{0x}^{7/3} u(x) + \lambda u(x) = 0$ задается ### начальных условий.

+: 3

+: три

18. Задача Коши $D_{0x}^{1/2} u(x) + u(x) = 0$, $\lim_{x \rightarrow 0} D_{0x}^{-1/2} u(x) = 1$,

редуцируется к интегральному уравнению

$$+: u(x) + D_{0x}^{-1/2} u(x) = 1/\sqrt{x\pi} \quad -: u(x) - D_{0x}^{-1/2} u(x) = \sqrt{x}/\sqrt{\pi}$$

$$-: u(x) + D_{0x}^{-1/2} u(x) = 1 \quad -: u(x) - D_{0x}^{-\frac{1}{2}} u(x) = 0$$

19. Пусть $u(x)$ – решение задачи Коши $\partial_{0x}^{2/3} u(x) - u(x) = 1$, $u(x) = 0$. Тогда $\mathcal{L}\{u(x); p\}$ равно:

$$-: 1/(p^{\frac{2}{3}} + 1) \quad +: 1/(p^{\frac{5}{3}} - p)$$

$$-: p/(p^{\frac{2}{3}} - 1) \quad -: p/(p^{\frac{5}{3}} + 1)$$

20. Пусть $\mathcal{L}\{u(x); p\} = U(p)$. С помощью преобразования Лапласа задача Коши

$D_{0x}^{1/2} u(x) + u(x) = 1$, $\lim_{x \rightarrow 0} D_{0x}^{-1/2} u(x) = 0$, редуцируется к задаче

$$-: \sqrt{p}U(p) - U(p) = 1 \quad -: pU(p) - \sqrt{p}U(p) = p$$

$$+: \sqrt{p}U(p) + U(p) = 1/p \quad -: pU(p) + U(p) = \sqrt{p}$$

21. Решение задачи Коши $D_{0x}^\alpha u(x) - \lambda u(x) = f(x), 0 < \alpha < 1$,

$\lim_{x \rightarrow 0} D_{0x}^{\alpha-1} u(x) = 0$, имеет вид

$$+: \int_0^x f(t)(x-t)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(\lambda(x-t)^\alpha) dt$$

$$-: \int_0^x f(t) E_{\alpha,1}(-\lambda(x-t)^\alpha) dt$$

$$-: \int_0^x f(t)(x-t)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-\lambda(x-t)^\alpha) dt$$

$$-: \int_0^x f(t) E_{\alpha,\alpha}(\lambda(x-t)^\alpha) dt$$

22. Решение задачи Коши $\partial_{0x}^\alpha u(x) + \lambda u(x) = 0, 0 < \alpha < 1, u(x) = A$, имеет вид

$$-: Ax^{\alpha-1} E_{\alpha,1}(\lambda x^\alpha) \quad +: AE_{\alpha,1}(-\lambda x^\alpha)$$

$$-: Ax^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-\lambda x^\alpha) \quad -: AE_{\alpha,\alpha}(\lambda x^\alpha)$$

23. Решение задачи Коши $\partial_{1x}^{1/2} u(x) - u(x) = 1, u(1) = 0$, имеет вид

$$-: E_{\frac{1}{2},1}(-\sqrt{x-1}) \quad +: \sqrt{x-1} E_{\frac{1}{2},\frac{3}{2}}(\sqrt{x-1})$$

$$-: (x-1) E_{\frac{1}{2},2}(-\sqrt{x-1}) \quad -: (1/\sqrt{x-1}) E_{\frac{1}{2},\frac{1}{2}}(\sqrt{x-1})$$

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

$$-: \lim_{x \rightarrow 0} u(x)/\sqrt{x} = \sqrt{\pi} \quad +: \lim_{x \rightarrow 0} \sqrt{x} u(x) = 1/\sqrt{\pi}$$

$$-: \lim_{x \rightarrow 0} u(x) = 1 \quad -: \lim_{x \rightarrow 0} u(x) = \sqrt{\pi}$$

25. Пусть $u(a) > u(t), 0 < t < a, u(a) > 0, 0 < a < 1$. Тогда

$$+: [D_{0t}^\alpha u(x)]_{t=a} > 0 \quad -: [D_{0t}^\alpha u(x)]_{t=a} = 0$$

$$-: [D_{0t}^\alpha u(x)]_{t=a} < 0 \quad -: [D_{0t}^\alpha u(x)]_{t=a} = \infty$$

26. Выражение $D_{0t}^{1/3} D_{0t}^{[-\frac{1}{3},0]} u(x)$ равно

$$+: D_{0t}^{[0,1/3]} u(x) \quad -: D_{0t}^{[0,2/3]} u(x)$$

$$-: D_{0t}^{[-1/3,1/3]} u(x) \quad -: D_{0t}^{[-2/3,0]} u(x)$$

27. Выражение $\frac{d}{dx} D_{0t}^{[\alpha,\beta]} u(x)$ равно

$$-: D_{0x}^{[\alpha,\beta+1]} u(x) \quad +: D_{0x}^{[\alpha+1,\beta+1]} u(x)$$

$$-: D_{0x}^{[\alpha+1,\beta]} u(x) \quad -: D_{0x}^{[\alpha+1,1]} u(x)$$

28. Выражение $\frac{d}{dx} D_{0x}^{[-1,0]} u(x)$ равно

$$-: D_{0x}^{[-1,1]} u(x) \quad -: D_{0x}^{[-1,0]} u(x)$$

$$+: D_{0x}^{[0,1]} u(x) \quad -: D_{0x}^{[1,2]} u(x)$$

29. Выражение $\int_\alpha^\beta D_{ax}^\ell u(x) dt$ равно

$$\begin{array}{ll} \therefore D_{\alpha_1 \beta}^{\alpha} u(x) & \therefore D_{ax}^{\alpha} D_{ax}^{\beta} u(x) \\ +: D_{ax}^{[\alpha, \beta]} u(x) & \therefore D_{ax}^{\beta} D_{ax}^{\alpha} u(x) \end{array}$$

30. Для того, чтобы функция $u(x) = x$ являлась решением задачи $u''(x) + \lambda D_{0x}^{\alpha} u(x) = x^{1-\alpha}, 0 < x < 1, u(0) = 0, u(1) = 1$, спектральный параметр λ должен быть равен

$$\therefore 0 \quad +: \Gamma(2 - \alpha) \quad \therefore \Gamma(\alpha) \quad \therefore 1/\Gamma(\alpha)$$

Решение заданий в тестовой форме. Проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр) на платформе <http://open.kbsu.ru/moodle/>. Не менее чем за 1 неделю до тестирования, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки к тестированию: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут задания в тестовой форме, теоретические источники (с точным указанием разделов, тем, статей) для подготовки.

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;

2-3 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60–79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

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

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

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 двух семестров и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач» в виде проведения зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной и письменной форме. На промежуточную аттестацию отводится до 25 баллов.

Вопросы, выносимые на зачет (контролируемые компетенции ПКС-4)

- 1) Гамма-функция Эйлера. Определение.
- 2) Функциональные соотношения.
- 3) Бета-функция.
- 4) Связь с гамма-функцией.
- 5) Определение операторов дробного интегрирования и дифференцирования дробного порядка в смысле Римана-Лиувилля и в смысле Капуто.
- 6) Выражение в терминах свертки.
- 7) Связь с преобразованием Лапласа.
- 8) Формулы интегрирования и дифференцирования степенных функций.
- 9) Линейные дифференциальные уравнения дробного порядка.
- 10) Задача Коши.

- 11) Редукция к интегральному уравнению.
- 12) Решение дифференциальных уравнений дробного порядка с помощью формулы Грина.
- 13) Общее представление решения.
- 14) Дифференциальные уравнения с производными Капуто.
- 15) Форма задания начальных данных.
- 16) Связь с уравнениями в производных Римана-Лиувилля.
- 17) Применение преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений дробного порядка.
- 18) Уравнение Абеля первого рода.
- 19) Формула обращения.
- 20) Задача Коши для оператора дробного дифференцирования.
- 21) Задание начальных данных в локальной и нелокальной постановках и связь между ними. Интегральное уравнение Абеля второго рода.
- 22) Формула обращения.
- 23) Функция типа Миттаг-Леффлера.
- 24) Формулы дифференцирования функции типа Миттаг-Леффлера.
- 25) Применение к уравнению диффузии Фурье.
- 26) Применение к уравнению Эйлера-Дарбу –Пуассона и параболически вырождающимся гиперболическим уравнениям.
- 27) Применение к уравнениям состояния вещества.
- 28) Применение к сплошным средам с памятью.
- 29) Смешанные задачи для волновых уравнений.
- 30) Применение к проблеме регуляризации задачи Дарбу.
- 31) Применение к задаче Трикоми для уравнения смешанного типа.

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач» в 7-м семестре является зачет:

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации. Уровень знаний определяется оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» (более 61 баллов) - уровень знаний студента соответствует требованиям:

- студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

- студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

- студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

Оценка «не зачтено» (менее 61 баллов)- студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускается грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

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

Максимальная сумма (70 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

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

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 25 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения в теории краевых задач» в 7 семестре является зачет.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из составляющих, приведенных в Приложении 1.

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

Критерии оценки качества освоения дисциплины прилагается (Приложение 2).

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ПКС-4 представлены в таблице 6.

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

| Результаты обучения (компетенции) | Индикаторы достижения компетенции | Основные показатели оценки результатов обучения | Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций |
|---|--|--|--|
| ПКС-4 - Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках | <p>ПКС-4.1. Способен решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики.</p> <p>ПКС-4.2. Способен применять методы математического моделирования в естественных науках.</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие корректности постановки задачи; - корректно поставленные классические задачи в соответствии с профилем подготовки; - постановки задач в прикладных областях знаний. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дифференцировать корректные и некорректные задачи согласно профилю подготовки; - выполнять постановки классических задач в соответствии с профилем подготовки; - математически грамотно формулировать естественнонаучные задачи. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками исследования простейших корректных задач математики; - методами постановки корректных задач согласно профилю подготовки; - способностью формулировать | <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1 №№ 11-17 и др.</i>);</p> <p> типовые оценочные материалы к докладу (<i>раздел 5.1.2., №№ 1-5 и др.</i>);</p> <p> типовые оценочные материалы для проведения коллоквиума (<i>раздел 5.2.1, №№ 1-10 и др.</i>);</p> <p> типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.2, №№ 1-18 и др.</i>);</p> <p> типовые оценочные материалы для проведения контрольной работы (<i>раздел 5.2.3, №№ 1-5 и др.</i>)</p> <p> Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1 №№ 11-20 и др.</i>);</p> <p> типовые оценочные материалы к докладу (<i>раздел 5.1.2., №№ 5-11 и др.</i>);</p> <p> типовые оценочные материалы для проведения коллоквиума</p> |

| | | | |
|--|--|---------------------------------------|--------------------------------|
| | | корректные естественнонаучные задачи. | (раздел 5.2.1, №№10-18 и др.); |
|--|--|---------------------------------------|--------------------------------|

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить

- Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках (ПКС-4).

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Гражданский кодекс РФ: [электронный ресурс]// Доступ из справочной системы «Гарант». <http://www.garantexpress.ru>
2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. № 16 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика» – Режим доступа: URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71773266/>
3. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/

7.2. Основная литература

1. Лесев В.Н., Езаова А.Г., Канукоева Л.В., Желдашева А.О., Бжеумихова О.И. Жабоев Ж.Ж. Основы теории дробного исчисления. - Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2020. - 122 с.
2. Щербакова, Ю. В. Уравнения математической физики: учебное пособие / Ю. В. Щербакова, М. А. Миханьков. — 2-е изд. — Саратов: Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1795-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81065.html>
3. Кудинов, И. В. Аналитические методы решения краевых задач математической физики: монография / И. В. Кудинов ; под редакцией Э. М. Карташова. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 219 с. — ISBN 978-5-7964-1963-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90453.html>

7.3. Дополнительная литература

1. Алгазин, О. Д. Краевые задачи для аналитических функций и их приложение к решению задач математической физики: методические указания по курсу «Уравнения математической физики» / О. Д. Алгазин. — Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 52 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/31033.html>
2. Нахушев, А. М. Дробное исчисление и его применение: монография / А. М. Нахушев. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 272 с. — ISBN 5-9221-0440-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59343>
3. Павленко, А. Н. Уравнения математической физики: учебное пособие / А. Н. Павленко, О. А. Пихтилькова. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 100 с. — Текст: электронный // Электронно-

библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/30134.html>

- 4 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.(13 экз.)
- 5 Сухинов, А. И. Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и задачами: учебное пособие / А. И. Сухинов, В. Н. Зуев, В. В. Семенистый. — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2009. — 308 с. — ISBN 978-5-9275-0669-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/46989.html>
- 6 Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики –М.: Наука, 1977. -736с. (37 экз.)
- 7 Треногин, В. А. Уравнения в частных производных / Треногин В. А. , Недосекина И. С. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 228 с. - ISBN 978-5-9221-1448-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114486.html>

7.4. Периодические издания

1. Вестник МГУ Серия 1. Математика. Механика.
2. Дифференциальные уравнения
3. Доклады РАН
4. Журнал вычислительной математики и математической физики
5. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки
6. Успехи математических наук

7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач» обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к ресурсам:

– **общие информационные, справочные и поисковые:**

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
2. Справочная правовая система «Консультант Плюс». URL: <http://www.consultant.ru>

– **к современным профессиональным базам данных:**

| №п/п | Наименование электронного ресурса | Краткая характеристика | Адрес сайта | Наименование организации-владельца; реквизиты договора | Условия доступа |
|------|--|--|---|--|---|
| 1. | Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) | Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе | http://elibrary.ru | ООО «НЭБ» | Полный доступ |
| 2. | База данных Science Index (РИНЦ) | Национальная информационно-аналитическая система, | http://elibrary.ru | ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index | Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и |

| | | | | | |
|----|---|--|--|--|---|
| | | аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов. | | №SIO-741/2022 от 19.07.2022 г. | уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих 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 «Политехресурс» (г. Москва) | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |
| 4. | «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») | Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)» | http://www.studmedlib.ru | ООО «Политехресурс» (г. Москва) | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |
| 5. | ЭБС «Лань» | Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. | https://e.lanbook.com/ | ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) | 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» | 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 аудиозданий. | http://iprbookshop.ru/ | ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) | 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) | 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.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) |

– Кроме того, обучающиеся могут воспользоваться профессиональными поисковыми системами:

1. Служба тематических толковых словарей <http://glossary.ru/>
2. Словари и энциклопедии <https://dic.academic.ru/>
3. Википедия <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий и другим видам самостоятельной работы

Учебная работа по дисциплине «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Соотношение лекционных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану специалитета 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, профиль «Фундаментальная математика».

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

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач» для обучающихся

Цель курса «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач» - подготовка студентов, обладающих знаниями в области математики, имеющих базовые знания о состоянии и тенденциях развития математики; приобретение практических навыков применения математического аппарата.

Приступая к изучению дисциплины, студенту 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 практических занятий. При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят к практическим занятиям; 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, практиках, при самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Студент для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные моменты применения математического аппарата на практике. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к практическим занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Студенты должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, теорем и аксиом. Остальное должно быть записано своими словами.

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

Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям

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

В ходе подготовки к практическому 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 практиках студенты учатся грамотно излагать вопросы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы студентов 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 студенту в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы студентов, поскольку именно эти виды учебной работы студентов в первую очередь готовят их к самостоятельному выполнению профессиональных 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. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Написание докладов;
5. 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, 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, 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.

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 подготовке сообщений (докладов)

Сообщение (доклад) представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Написание сообщения (доклада) 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 сообщений (докладов) студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда. Процесс написания сообщения (доклада) включает: выбор темы; подбор специальной литературы и иных источников, их изучение; составление плана; написание текста работы и ее оформление; устное изложение сообщения (доклада).

Сообщения (доклады) 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 сообщений (докладов) должны охватывать и дискуссионные вопросы курса. Они призваны отражать передовые научные идеи, обобщать тенденции практической деятельности, учитывая при этом изменения в текущем законодательстве. Рекомендованная тематика сообщений (докладов) примерная. Студент при желании может сам предложить ту или иную тему, предварительно согласовав ее с научным руководителем.

По объему текст, который рекомендуется использовать устного сообщения (доклада) – не более трех страниц печатного текста.

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 зачету

Зачет в 7 -м семестре является формой итогового контроля знаний и умений студентов по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения зачета служит уровень усвоения студентами материала, предусмотренного данной рабочей программой. К зачету допускаются студенты, набравшие 36 баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На зачете студент может добрать до 61 балла.

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

Подготовка студента к зачету 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 зачету студентам целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

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

При проведении зачета в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет билеты, которые включают в себя: теоретические задания и задачи. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня вопросов выносимых на зачет, доведенных до сведения студентов накануне сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

При проведении письменного зачета на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) зачета выражается оценками:

Оценка «зачтено» – теоретическое содержание курса освоено полностью или ее большая часть (более 50%), 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 зачете студент демонстрирует хорошие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, при этом ответы могут содержать неточности, они могут быть слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

Оценка «не зачтено» – 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 зачете 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

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- программное обеспечение средств антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1000-1500 Node 1 year Educational Renewal License (KL4863RAVFQ);
- программное обеспечение для работы с PDF-документами. ABBYY FineReader 15 Business;
- программное обеспечение для работы с документами формата PDF Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1 (1-9) Education Named License 65297997BB01A12;
- офисное программное обеспечение МойОфис Стандартный.

свободно распространяемые программы:

- Web Browser – Firefox;
- AcademicMarthCADLicense - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- 7zip - программ для сжатия и распаковки файлов;
- AdobeReader– программа для чтения PDF файлов;
- DjvuReader – приложения для распознавания, конвентирования и работы с Djvu файлами.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

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;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;

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).

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

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

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

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

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

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

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

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Лист
изменений (дополнений) в рабочей программе
 дисциплины «Элементы дробного исчисления и их приложения к теории краевых задач»
 специалитета 01.05.01 Фундаментальная математика и механика, профиль
 «Фундаментальная математика» _____ учебный год

| № п/п | Элемент (пункт) РПД | Перечень выносимых изменений (дополнений) | Примечание |
|----------|---------------------|--|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры алгебры и дифференциальных уравнений

протокол № _____ от «_____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ М.С. Нирова

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 | до 10 баллов | до 3 б. | до 3б. | до 4б. |
| 2. | Текущий контроль: | до 15 баллов | до 5 б. | до 5 б. | до 5 б. |
| | Работа в аудитории во время занятия | от 0 до 9 б. | от 0 до 3 б. | от 0 до 3 б. | от 0 до 3 б. |
| | Решение примеров у доски | до 3 б. | от 0 до 1 б. | от 0 до 1 б. | от 0 до 1 б. |
| | Решение примеров на месте | до 3 б. | от 0 до 1 б. | от 0 до 1 б. | от 0 до 1 б. |
| | Ответы на теоретические вопросы | до 3 б. | от 0 до 1 б. | от 0 до 1 б. | от 0 до 1 б. |
| | Выполнение домашнего задания | до 6 б. | от 0 до 2 б. | от 0 до 2 б. | от 0 до 2 б. |
| 3. | Рубежный контроль | до 45 баллов | до 15 б. | до 15 б. | до 15 б. |
| | тестирование | от 0- до 15б. | от 0- до 5б. | от 0- до 5б. | от 0- до 5б. |
| | коллоквиум | от 0 до 15б. | от 0 до 5б. | от 0 до 5б. | от 0 до 5б. |
| | контрольная работа | от 0 до 15б. | от 0 до 5б. | от 0 до 5б. | от 0 до 5б. |
| | Итого сумма текущего и рубежного контроля | до 70баллов | до 23б. | до 23б | до 24б |

Шкала оценивания планируемых результатов обучения
Текущий и рубежный контроль

| Семес тр | Шкала оценивания | | | |
|-------------|--|---|---|--|
| | <i>0-35 баллов</i> | <i>36-50 баллов</i> | <i>51-60 баллов</i> | <i>56-70 баллов</i> |
| VII | Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации | Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценку «удовлетворительно». | Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо». | Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично». |

Промежуточная аттестация (зачёт)

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