

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Краевые задачи на фрактальных кривых Б1.В.ДВ.07.06

Направление подготовки: 01.04.01 - Математика

Профиль подготовки: Анализ на многообразиях

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Автор(ы): Кац Б.А.

Рецензент(ы): Насыров С.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Насыров С. Р.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Кац Б.А. (Кафедра математического анализа, отделение математики), Boris.Kac@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики
ПК-5	Способен находить и извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов и т.п.
ПК-6	Способен составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований, а также подготовить научную публикацию
ПК-7	Обладать навыками преподавания математики и информатики в средней школе, специальных учебных заведениях, высших учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

Обучающийся должен демонстрировать способность и готовность осваивать современные сложные разделы математического анализа, ориентироваться в современной научной литературе и вести научно-исследовательскую работу.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.01 "Математика (Анализ на многообразиях)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 80 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Фракталы и фрактальные размерности	3	0	4	0	12
2.	Тема 2. Обобщения криволинейного интеграла	3	0	4	0	12

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Свойства обобщенного интеграла типа Коши	3	0	4	0	16
4.	Тема 4. Задача о скачке на фрактальной кривой	3	0	4	0	10
5.	Тема 5. Задача Римана на замкнутой фрактальной кривой	3	0	4	0	10
6.	Тема 6. Задача Римана на фрактальной дуге	3	0	4	0	10
7.	Тема 7. Задача о скачке для обобщенных аналитических функций на фрактальных кривых	3	0	4	0	10
	Итого		0	28	0	80

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Фракталы и фрактальные размерности

Примеры фрактальных множеств на прямой и на плоскости. Свойство самоподобия. Топологическая размерность. Различные метрические размерности. Понятие фрактального множества. Непрямляемость фрактальной кривой. Примеры фрактальных кривых. Размерности Минковского, Безиковича, Хаусдорфа, Ассуада, Аикавы и др.

Тема 2. Обобщения криволинейного интеграла

Обобщения криволинейного интеграла на случай непрямолинейных кривых: аппроксимация контура; аппроксимация интегранда; интеграл как распределение; интеграл как поток; интеграл как билинейная форма. Использование оператора продолжения Уитни. Использование характеристических функций и логарифмических ядер.

Тема 3. Свойства обобщенного интеграла типа Коши

Свойства потенциала Коши. Связь интеграла типа Коши и потенциала Коши. Преобразование Коши мер и обобщенных функций. Преобразования Коши потоков. Интегралы по спиралеобразным кривым с высокой скоростью закручивания. Интеграл Коши -- Адамара. Граничные свойства обобщенного интеграла типа Коши по непрямолинейной кривой.

Тема 4. Задача о скачке на фрактальной кривой

Решение задачи о скачке на замкнутой непрямолинейной кривой. Задача о скачке на непрямолинейной дуге. Задача о скачке с разрывами скачка различных типов. Задача о скачке на счетной системе кривых. Задача о скачке для периодических и двояко-аналитических кривых. Задача о скачке для бианалитических кривых.

Тема 5. Задача Римана на замкнутой фрактальной кривой

Однородная задача Римана на замкнутой непрямолинейной кривой. Неоднородная задача Римана на незамкнутой непрямолинейной кривой. Однородная задача Римана с разрывами различных типов. Однородная задача Римана на счетной системе кривых. Однородная задача Римана для периодических и двояко-аналитических кривых.

Тема 6. Задача Римана на фрактальной дуге

Однородная задача Римана на непрямолинейной дуге. Однородная задача Римана на непрямолинейной дуге с разрывами различных типов. Неоднородная задача Римана на непрямолинейной дуге, в том числе с разрывами различных типов. Однородная и неоднородная задачи Римана на непрямолинейной системе дуг для периодических и двояко-периодических функций.

Тема 7. Задача о скачке для обобщенных аналитических функций на фрактальных кривых

Уравнение Бельтрами, его роль и свойства. Задача о скачке и задача Римана для уравнения Бельтрами на непрямолинейных кривых и дугах, в том числе с различными разрывами граничных данных, для периодических и двояко-периодических функций, и на общих бесконечных системах контуров, включая системы с бесконечным множеством точек сгущения.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Фрактал - это - dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/5230/ФРАКТАЛ

Фракталы и теория хаоса - <http://www.ghcube.com/fractals/>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
	Текущий контроль		
1	Коллоквиум	ПК-6	3. Свойства обобщенного интеграла типа Коши
2	Письменное домашнее задание	ПК-7	4. Задача о скачке на фрактальной кривой
3	Контрольная работа	ПК-5	6. Задача Римана на фрактальной дуге
	Экзамен	ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-7	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Коллоквиум	Высокий уровень владения материалом по теме. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала.	Средний уровень владения материалом по теме. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован средний уровень понимания материала.	Низкий уровень владения материалом по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат освоен частично. Продемонстрирован удовлетворительный уровень понимания материала.	Неудовлетворительный уровень владения материалом по теме. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат не освоен. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень понимания материала.	1
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 3

Текущий контроль

1. Коллоквиум

Тема 3

Понятие фрактала. Размерность Хаусдорфа, Размерность Минковского и Колмогорова. Обобщение криволинейного интеграла путем полигональной аппроксимации контура. Обобщение криволинейного интеграла путем аппроксимации интегрируемой функции. Теорема Мергеляна. Интеграл по неспрямляемой кривой как обобщенная функция. Интеграл по неспрямляемой кривой как поток. Интеграл по неспрямляемой кривой как билинейная форма. Преобразование Коши мер, распределений и потоков. Билинейные формы и ростки. Граничные свойства преобразований Коши мер, распределений и потоков. Применение преобразований Коши для решения задачи о скачке на неспрямляемых контурах.

2. Письменное домашнее задание

Тема 4

Решить указанную в задании задачу о скачке на неспрямляемом контуре.
 Решить указанную в задании однородную задачу Римана на неспрямляемом контуре.
 Решить указанную в задании неоднородную задачу Римана на неспрямляемом контуре.
 Решить краевую задачу на неспрямляемом контуре с разрывами граничных данных.

3. Контрольная работа

Тема 6

Решается задача о скачке, одно самоподобие, понятие фрактала, размерности Минковского, Безиковича, Хаусдорфа, локальные свойства неспрямляемых кривых, показатели Марцинкевича, устранимые множества, порядки кручения, несобственные интегралы типа Коши по кривым, теряющим спрямляемость в изолированных точках.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

Понятие фрактала. Размерность Хаусдорфа, Размерность Минковского и Колмогорова. Обобщение криволинейного интеграла путем полигональной аппроксимации контура. Обобщение криволинейного интеграла путем аппроксимации интегрируемой функции. Теорема Мергеляна. Интеграл по неспрямляемой кривой как обобщенная функция. Интеграл по неспрямляемой кривой как поток. Интеграл по неспрямляемой кривой как билинейная форма. Преобразование Коши мер, распределений и потоков. Билинейные формы и ростки. Граничные свойства преобразований Коши мер, распределений и потоков. Применение преобразований Коши для решения задачи о скачке на неспрямляемых контурах. Применение преобразований Коши для решения однородной задачи Римана на неспрямляемых контурах. Применение преобразований Коши для решения неоднородной задачи Римана на неспрямляемых контурах.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Коллоквиум	На занятии обучающиеся выступают с ответами, отвечают на вопросы преподавателя, обсуждают вопросы по изученному материалу. Оцениваются уровень подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

- Кудрявцев, Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т.1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды [Электронный ресурс] : учебник / Л.Д. Кудрявцев. - Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2015. - 444 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71994>
- Кириллов, А.А. Повесть о двух фракталах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Кириллов. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2010. - 180 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/9355>
- Шерстнев, А. Н. Конспект лекций по математическому анализу [Текст: электронный ресурс] / А. Н. Шерстнев . - Изд. 5-е . - Электронные данные (1 файл: 2,66 Мб) . - (Казань : Казанский государственный университет, 2009) . - Загл. с экрана . - Режим доступа: открытый . - URL:http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2009_000165.pdf

7.2. Дополнительная литература:

1. Монахов В.Н., Краевые задачи и псевдодифференциальные операторы на римановых поверхностях [Электронный ресурс] / Монахов В.Н., Семенко Е.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 416 с. - ISBN 5-9221-0049-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100491.html>
2. Кулиев, В.Д. Сингулярные краевые задачи [Электронный ресурс] : монография / В.Д. Кулиев. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2005. - 720 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2745>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

граничные задачи теории функций комплексного переменного - dic.academic.ru/dic.nsf/enc_mathematics/1245/
 фракталы и теория хаоса - www.ghcube.com/fractals/
 функции комплексного переменного - <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=funktsii-kompleksnogo-peremennogo>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Студенты готовят доклады по указанным темам и решают предложенные задачи по темам: самоподобие, размерности Минковского, Безиковича, Хаусдорфа, локальные свойства неспрямляемых кривых, показатели Марцинкевича, устранимые множества, порядки кручения, несобственные интегралы типа Коши по кривым, теряющим спрямляемость в изолированных точках.
самостоятельная работа	Студенты изучают научные статьи по темам: самоподобие, размерности Минковского, Безиковича, Хаусдорфа, локальные свойства неспрямляемых кривых, показатели Марцинкевича, устранимые множества, порядки кручения, несобственные интегралы типа Коши по кривым, теряющим спрямляемость в изолированных точках.
контрольная работа	В задания входят задачи по темам самоподобие, понятие фрактала, размерности Минковского, Безиковича, Хаусдорфа, локальные свойства неспрямляемых кривых, показатели Марцинкевича, устранимые множества, порядки кручения, несобственные интегралы типа Коши по кривым, теряющим спрямляемость в изолированных точках.
коллоквиум	Письменный теоретический опрос по темам: самоподобие, понятие фрактала, размерности Минковского, Безиковича, Хаусдорфа, локальные свойства неспрямляемых кривых, показатели Марцинкевича, устранимые множества, порядки кручения, несобственные интегралы типа Коши по кривым, теряющим спрямляемость в изолированных точках.
письменное домашнее задание	Студенты готовят рефераты по темам: самоподобие, понятие фрактала, размерности Минковского, Безиковича, Хаусдорфа, локальные свойства неспрямляемых кривых, показатели Марцинкевича, устранимые множества, порядки кручения, несобственные интегралы типа Коши по кривым, теряющим спрямляемость в изолированных точках.
экзамен	Письменный опрос по темам: самоподобие, понятие фрактала, размерности Минковского, Безиковича, Хаусдорфа, локальные свойства неспрямляемых кривых, показатели Марцинкевича, устранимые множества, порядки кручения, несобственные интегралы типа Коши по кривым, теряющим спрямляемость в изолированных точках.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Краевые задачи на фрактальных кривых" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian
 Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Краевые задачи на фрактальных кривых" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.01 "Математика" и магистерской программе Анализ на многообразиях .