

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

Рабочая программа дисциплины

**Классы функций и
вопросы теории приближения функций**

Кафедра математического анализа
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа магистратуры
01.04.01 Математика

Направленность (профиль) подготовки
Математический анализ

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: часть ОПОП, формируемая участниками
образовательных отношений; модуль профильной направленности

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины *Классы функций и вопросы теории приближения функций* составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 01.04.01 Математика от 10.01. 2018 г. № 12.

Разработчик: кафедра математического анализа,
Магомедова В.Г., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры математического анализа
от 22 марта 2022 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.-Р.К.

на заседании методического совета факультета математики и компьютерных наук
от 23 марта 2022 г., протокол № 4.

Председатель  Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» 03 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина *Классы функций и вопросы теории приближения функций* входит ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений (модуль профильной направленности), образовательной программы магистратуры по направлению 01.04.01 Математика.

Дисциплина реализуется на факультете *математики и компьютерных наук* кафедрой *математического анализа*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со свойствами функций из различных классов, с различными метриками, с прямыми и обратными теоремами теории приближения функций полиномами и рациональными дробями.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:
общепрофессиональных – ОПК-1;
профессиональных – ПК-1, ПК-2.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: свойства равномерно непрерывных функций, свойства функций ограниченной вариации, суммируемых функций, абсолютно непрерывных функций, равномерные и интегральные метрики и их свойства;

уметь: применять свойства равномерно непрерывных функций, функций ограниченной вариации, суммируемых функций, абсолютно непрерывных функций, оценивать погрешности аппроксимации функций полиномами, рациональными дробями в различных метриках;

владеть: элементарными методами теории вложения классов и сравнительного анализа классов Липшица и Гёльдера, функций ограниченной вариации, абсолютно непрерывных функций, а также методами оценок погрешности аппроксимации в различных метриках для применения в математике и в области других естественнонаучных дисциплин.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме *контрольной работы и коллоквиума* и промежуточного контроля в форме *зачета*.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия на очном отделении							СРС	Форма промежуточной аттестации
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС		
		Всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консультации			
1	108	28	10	-	18	-	-	80	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Приобретение знаний и умений по исследованию и решению задач на свойства функций из важнейших функциональных классов современного анализа.

Владение методами исследования скорости приближения функций полиномами, рациональными функциями, сплайнами для возможности применения в дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина *Классы функций и вопросы теории приближения функций* входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений (модуль профильной направленности), образовательной программы магистратуры по направлению 01.04.01 Математика.

К исходным требованиям для изучения дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ.

Дисциплина является основой для последующего изучения других дисциплин и прохождения практик.

Знания по данному курсу необходимы при работе над диссертацией и в дальнейшей научно-исследовательской работе по выбранному направлению.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен формулировать и решать актуальные и значимые проблемы математики	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и естественных наук.	<i>Знает:</i> теоретические основы базовых математических дисциплин (математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов), а также теоретической механики, физики. <i>Умеет:</i> решать задачи,	Устный опрос, контрольные работы

		<p>связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с алгебраическими уравнениями и их системами.</p> <p><i>Владеет:</i> базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач.</p>	
	<p>ОПК-1.2. Умеет использовать базовые знания в области математики в профессиональной деятельности.</p>	<p><i>Знает:</i> способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p> <p><i>Умеет:</i> применять различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач.</p> <p><i>Владеет:</i> навыками применения методов современного математического анализа при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы</p>
	<p>ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе</p>	<p><i>Знает:</i> различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач.</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы</p>

	теоретических знаний.	<i>Умеет:</i> корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук. <i>Владеет:</i> навыками выбора методов решения задач современного математического анализа.	
ПК-1. Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение, операционные системы и сетевые технологии.	ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	<i>Знает:</i> основы математического анализа и различные приложения дифференциального и интегрального исчисления в математических и естественных науках; современные языки программирования и современные информационные технологии. <i>Умеет:</i> применять дифференциальное и интегральное исчисления для решения различных задач математических и естественных наук; составлять программы на современных языках программирования. <i>Владеет:</i> базовыми методами дифференциального и интегрального исчислений; навыками программирования на современных языках.	Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов.
	ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	<i>Знает:</i> области применения дифференциального и интегрального исчисления; различные языки программирования. <i>Умеет:</i> решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с	Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов.

		<p>изучением функциональных рядов, с оценкой погрешности аппроксимации функций; применять различные языки программирования в численном анализе.</p> <p><i>Владеет:</i> методами дифференциального исчисления для исследования функций и навыками приложения интегрального исчисления к геометрии, физике и другим естественным наукам.</p>	
	<p>ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.</p>	<p><i>Знает:</i> методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов; методы исследования сходимости рядов; численные методы анализа; современные информационные технологии.</p> <p><i>Умеет:</i> применять методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов и методы исследования сходимости рядов в численном анализе с использованием современных информационных технологий.</p> <p><i>Владеет:</i> навыками решения задач численного анализа с использованием методов дифференциального и интегрального исчисления.</p>	<p>Изучение тем последовательно по модулям с последующим проведением коллоквиумов.</p>
<p>ПК-2. Способен владеть навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и</p>	<p>ПК-2.1. Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, формы подготовки научных</p>	<p><i>Знает:</i> основы использования информационных технологий в науке; основные направления использования информационных</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы</p>

<p>докладами, устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера; представления материалов собственных исследований; проводить корректуру, редактирование, реферирование работ.</p>	<p>публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований.</p>	<p>технологий в научных исследованиях. <i>Умеет:</i> применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; использовать современные информационные технологии для подготовки традиционных и электронных научных публикаций. <i>Владеет:</i> навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками применения информационных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.</p>	
	<p>ПК-2.2. Умеет представлять научные результаты, составлять научные документы и отчеты.</p>	<p><i>Знает:</i> основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методику представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме. <i>Умеет:</i> критически анализировать современные научные достижения в области математического анализа. <i>Владеет:</i> навыками анализа и оценки современных научных достижений в области математического</p>	<p>Устный опрос, контрольные работы</p>

		анализа; навыками перевода научных текстов и современными технологиями научной коммуникации на русском и иностранном языках.	
	ПК-2.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.	<p><i>Знает:</i> основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные методы работы по информационным технологиям.</p> <p><i>Умеет:</i> публично представлять результаты научно-исследовательской работы; применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; использовать современные информационные технологии для подготовки научных публикаций; практически использовать образовательные ресурсы Интернет в научно-исследовательской работе.</p> <p><i>Владеет:</i> современными технологиями научной коммуникации; навыками представления научных отчетов и докладов с аргументированным анализом в области математического анализа; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления</p>	Устный опрос, контрольные работы

		информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.	
--	--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

Названия разделов и тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Аудиторные занятия, в том числе				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекции	практ. занятия	лабор. работы	Контр. сам. раб.		
Модуль 1. Классы функций								
1. Классы Липшица, Гёльдера и вариаций.			2	4			12	
2. Классы Лебега и абсолютно непрерывных функций.			2	2			14	
Всего по модулю 1	1		4	6			26	коллоквиум
Модуль 2. Наилучшие приближения								
1. Аппараты и метрики аппроксимации.			2	4			12	
2. Свойства элемента наилучшего приближения.			2	2			14	
Всего по модулю 2	1		4	6			26	коллоквиум
Модуль 3. Прямые и обратные теоремы								
1. Некоторые прямые теоремы теории приближения.			1	4			14	
2. Об обратных теоремах теории приближения.			1	2			14	
Всего по модулю 3	1		2	6			28	коллоквиум
ИТОГО за семестр	1		10	18			80	зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Классы функций

Тема 1. Классы Липшица, Гёльдера и вариаций.

Классы равномерно непрерывных функций $C[a, b]$ и $C_{2\pi}$.

Модуль непрерывности, его свойства, оценки.

Классы Липшица и Гельдера. Классы Жордана, Винера и Орлича.

Соотношения между этими классами.

Тема 2. Классы Лебега и абсолютно непрерывных функций.

Интеграл Лебега (сравнение различных определений). Классы

Лебега. Абсолютно непрерывные функции. Основные свойства. Классы Соболева.

Модуль 2. Наилучшие приближения

Тема 3. Аппараты и метрики аппроксимации.

Классы простейших по структуре функций (полиномы, рациональные функции, сплайны). Оценки производных полиномов и рациональных функций. Неравенства типа С.Н. Бернштейна, А.А. Маркова, А. Н. Колмогорова.

Различные метрики: равномерная, интегральные, вариаций,

Хаусдорфа, несимметричная. Теоремы Вейерштрасса о

полиномиальных приближениях и постановка задачи наилучшего приближения.

Тема 4. Свойства элемента наилучшего приближения.

Теорема Бореля о существовании полинома наилучшего приближения. Вопрос существования элемента наилучшего приближения в других метриках.

Характеристическое свойство элемента наилучшего приближения. Теоремы П.Л. Чебышева и А.Н. Колмогорова. Вопросы единственности и устойчивости элемента наилучшего приближения. Полиномы Чебышева, их свойства.

Модуль 3. Прямые и обратные теоремы

Тема 5. Некоторые прямые теоремы теории приближения.

Теоремы Джексона о приближениях тригонометрическими и алгебраическими полиномами.

Тема 6. Об обратных теоремах теории приближения.

Оценки модулей непрерывности функций через скорость их полиномиальных и рациональных приближений. Обратные теоремы теории приближения (Салема и С.Б.Стечкина).

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Классы функций

Тема 1. Классы непрерывных и дифференцируемых функций.

Равномерно непрерывные функции. Дифференцируемые функции.

Нахождение и оценки модулей непрерывности.

Тема 2. Классы Липшица, Гёльдера и вариаций.

Задачи на соотношения между классами Липшица, Гёльдера и Жордана.

Вычисление и оценки вариаций функций.

Тема 3. Классы Лебега, абсолютно непрерывных функций и Соболева.

Сравнение интегралов Римана и Лебега.

Абсолютно непрерывные функции.

Модуль 2. Наилучшие приближения

Тема 4. Полиномы, рациональные функции, сплайны.
Алгебраические свойства полиномов и рациональных функций.

Тема 5. Различные метрики и задача наилучших приближений.
Равномерная, интегральные и несимметричная метрики.
Оценки наилучших приближений функций полиномами.

Тема 6. Свойства элемента наилучшего приближения.
Полиномы наилучшего приближения.
Полиномы Чебышева, их свойства.

Модуль 3. Прямые и обратные теоремы

Тема 7. Некоторые полиномиальные операторы.
Примеры на оценки погрешности приближения функций полиномами.

Тема 8. Аппроксимации рациональными дробями и сплайнами.
Примеры на оценки погрешности приближения функций рациональными функциями и сплайнами.

Тема 9. Об обратных теоремах теории приближения.
Оценки производных полиномов и рациональных функций.

5. Образовательные технологии

В основе преподавания дисциплины лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами.

В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Учебно-методические пособия для самостоятельной работы

1. Рамазанов А.-Р. К. Классы функций (Избранные задачи с краткими решениями). Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2000.
2. Загиров Н.Ш., Рамазанов А.-Р. К. Приближение полиномами и рациональными функциями. Махачкала: ИПЦ ДГУ, 1989.

Задания для самостоятельной работы

Вариант 1.

Указать все функции, которые непрерывны, но не равномерно:

- a) $\frac{1}{x}$ на $(0;1]$;
- b) \sqrt{x} на $(0;1]$;
- c) $x \sin \frac{1}{x}$ на $(0;1]$;

- d) e^x на $(0;1]$;
 e) $\ln(1+x)$ на $(0;1]$;
 1) a); 2) a) и c); 3) a), c) и e; 4) a) и b); 5) a),b),c) и e).

Вариант 2.

Какие из функций принадлежат классу (указать все такие функции): $Lip \frac{1}{2}$

- a). \sqrt{x} на $[0;1]$; b). $\frac{1}{\sqrt{x}} \sin x$ на $(0;1]$; c). $|x|$ на $[-1;1]$
 d). $x^{2/3}$ на $[0;1]$; e). $x^{1/4}$ на $[0;1]$.
 1) a), b), c) и e); 2) a), b), c) и d);
 3) a), c) и d); 4) a) и c); 5) a) и d).

Вариант 3.

Функция $f(x) = \sin|x|$ на отрезке $[-1;1]$ является (указать все правильные ответы):

- a) Ограниченной вариации, но не абсолютно непрерывной.
 b) Абсолютно непрерывной.
 c) Ограниченной вариации и абсолютно непрерывной.
 d) Ограниченной вариации.
 e) Неограниченной вариации.
 1) a), b), c) и e); 2) a), b), c) и d); 3) a), c) и d);
 4) a) и c); 5) a) и d).

Рефераты и доклады по темам для самостоятельной работы

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Модуль 1. Классы функций	
1. Классы Липшица, Гёльдера и вариаций.	Доклад на тему: Соотношения между классами Липшица и конечной вариации.
2. Классы Лебега, абсолютно непрерывных функций.	Доклад на тему: Интегральное представление абсолютно непрерывных функций.
Модуль 2. Наилучшие приближения	
1. Аппараты и метрики аппроксимации.	Доклады на темы: 1) Различные виды сплайнов. 2) Хаусдорфовы метрики.
2. Свойства элемента наилучшего приближения.	Доклад на тему: Полиномы Чебышева.
Модуль 3. Прямые и обратные теоремы	
1. Некоторые прямые теоремы теории приближения.	Доклад на тему: Приближение сплайнами.
2. Об обратных теоремах теории приближения.	Доклад на тему: Теорема С.Н.Бернштейна об оценке нормы производной полинома.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Типовые контрольные задания

Примерные вопросы к коллоквиуму

1. Класс непрерывных функций. Равномерная непрерывность 2π - периодических функций.
2. Модуль непрерывности функции, основные свойства.
3. Классы Липшица $Lip \alpha$.
4. Классы Гельдера H^ω .
5. Функции ограниченной вариации V .
6. Соотношение классов V и $Lip \alpha$.
7. Абсолютно непрерывные функции AC .
8. Соотношение классов AC и $Lip \alpha$.
9. Неравенство С.Н. Бернштейна об оценке производной тригонометрического полинома.
10. Оценки производных алгебраических полиномов и рациональных функций.
11. Интеграл Лебега. Классы Лебега L_p .
12. Сингулярные функции.
13. Различные метрики (равномерная, интегральные, весовые).
14. Теорема Бореля о существовании элемента наилучшего приближения.
15. Теорема Чебышева о характеристическом свойстве элемента наилучшего приближения.
16. Полиномы Чебышева.
17. Вопросы единственности и устойчивости элемента наилучшего приближения.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 20 баллов,
- коллоквиум – 30 баллов,
- выполнение аудиторных контрольных работ - 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос (зачет) - 100 баллов.

Критерии оценки по коллоквиуму

По данному модулю студенту выставляются:

- 1) 10 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* их иллюстрировать на различных примерах;
- 2) 20 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* доказывать различные из них;
- 3) 30 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* доказывать их.

Эти баллы учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

Критерии оценки по контрольной работе

Если студент *владеет по данному модулю навыками* решения типичных задач, то *по этому модулю* ему выставляются:

- 1) 30 баллов;
- 2) 20 баллов в случае наличия неточностей;
- 3) 10 баллов в случае наличия некоторых допустимых ошибок.

Эти баллы учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

Критерии оценки на зачетах

На *зачете* по учебной дисциплине в *устной* или *письменной* форме проверяется выполнение студентом практической части курса и усвоение учебного материала лекционных и практических занятий. Результаты на зачете оцениваются по 100-балльной системе ориентировочно по следующим критериям:

- 1) от 86 до 100 баллов с учетом степени усвоения, если у студента *высокий уровень* знаний по программе курсового экзамена, отвечает четко и логически обоснованно;
- 2) от 66 до 85 баллов с учетом степени усвоения, если у студента *достаточно высокий уровень* знаний по программе курсового экзамена, отвечает в основном четко и логически обоснованно, но допускает отдельные неточности.
- 3) от 51 до 65 баллов с учетом степени усвоения, если у студента *достаточный уровень* знаний по программе курсового экзамена, отвечает в основном правильно и в логической последовательности, но допускает отдельные неточности;
- 4) от 0 до 50 баллов с учетом степени усвоения, если у студента *недостаточный уровень* знаний по программе курсового экзамена, имеются существенные пробелы в усвоении важных математических понятий программы курса, допускает ошибки в формулировках и доказательствах базовых теорем из программы курса.

При этом выставляется оценка «зачтено» или «незачтено», если набрал выше или, соответственно, ниже 50 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

а) адрес сайта курса

<http://cathedra.dgu.ru/OfTheDepartment.aspx?id=5>

б) основная литература:

1. [Натансон И. П. Теория функций вещественной переменной: учебное пособие](#) - Москва: Наука, 1974
Натансон, И.П. Теория функций вещественной переменной : учебное пособие / И.П. Натансон. - Изд. 3-е. - Москва : Наука, 1974. - 480 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459802> ().
2. [Дзядык В. К. Введение в теорию равномерного приближения функции полиномами](#) - Москва: Наука, 1977
Дзядык, В.К. Введение в теорию равномерного приближения функции полиномами / В.К. Дзядык ; ред. В.В. Абгарян, Л.В. Тайкова. - Москва : Наука, 1977. - 512 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456951> ().
3. [Тиман А. Ф. Теория приближения функций действительного переменного](#) - Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1960
Тиман, А.Ф. Теория приближения функций действительного переменного / А.Ф. Тиман. - Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1960. - 624 с. - ISBN 978-5-4458-5451-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222399> ().

4. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3 т. Т. 3 - Москва: Физматлит, 2002

Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : в 3-х т. / Г.М. Фихтенгольц ; ред. А.А. Флоринского. - Изд. 6-е. (1-е изд. - 1949 г.). - Москва : Физматлит, 2002. - Т. 3. - 727 с. - ISBN 5-9221-0155-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83196>().

в) дополнительная литература:

1. [Корнейчук Н. П. Экстремальные задачи теории приближения](#) - Москва: Наука, 1976
Корнейчук, Н.П. Экстремальные задачи теории приближения / Н.П. Корнейчук ; ред. Б.И. Голубова, Г.Я. Пироговой. - Москва : Наука, 1976. - 320 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456961> ().

2. [Действительный анализ в задачах: учебное пособие](#) - Москва: Физматлит, 2005
Действительный анализ в задачах : учебное пособие / П.Л. Ульянов, А.Н. Бахвалов, М.И. Дьяченко и др. - Москва : Физматлит, 2005. - 416 с. - ISBN 5-9221-0595-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69331> ().

3. [Лоран П. Ж. Аппроксимация и оптимизация](#) - Москва: Мир, 1975
Лоран, П.Ж. Аппроксимация и оптимизация / П.Ж. Лоран ; под ред. Г.Ш. Рубинштейн, Н.Н. Яненко ; пер. с фр. Ю.С. Завьялова, Р.А. Звягиной и др. - Москва : Мир, 1975. - 495 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457011> ().

4. [Натансон И. П. Конструктивная теория функций](#) - Москва , Ленинград: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949
Натансон, И.П. Конструктивная теория функций / И.П. Натансон. - Москва ; Ленинград : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. - 688 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479695> ().

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://elibrary.ru> – eLIBRARY – Научная электронная библиотека
2. http://window.edu.ru/window/catalog?p_rubr=2.2.74.12 – Единое окно доступа к электронным ресурсам
3. <http://springerlink.com/mathematics-and-statistics/> - платформа ресурсов издательства Springer
4. <http://edu.dgu.ru/> - Образовательный сервер ДГУ
5. Moodle[Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная программа по дисциплине распределена по темам и по часам на лекции и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, подготовки к докладу или реферату, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче экзаменов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине *Классы функций и вопросы теории приближения функций* рекомендуются:

- компьютерные технологии, основанные на операционных системах *Windows, Ubuntu, Linux*;
- прикладные программы *Matlab International Academic Edition Individual, Mathcad Academic*;
- электронный периодический справочник «*Система Гарант*»;
- справочная правовая система «*КонсультантПлюс*».

При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Университет обладает достаточной базой оснащенных аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины *Классы функций и вопросы теории приближения функций*. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами.

В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.