 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 1 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

И.В. Бычков

« 26 » 06 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)*

2.1.2.2. «Теория приближений»

Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ


Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Челябинск, 2023

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

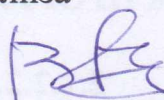
© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 2 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Программа по дисциплине «Теория приближений» составлена в соответствии с паспортом научной специальности 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ и федеральными государственными требованиями (уровень образования: высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951.

Разработчики программы:

Профессор кафедры математического анализа
 доктор физико-математических наук,
 профессор



В.Е. Федоров

Программа одобрена на заседании кафедры математического анализа от 07 апреля 2023 г., протокол № 9.

Программа утверждена на заседании Ученого совета математического факультета от 25 мая 2023 г., протокол № 9.

Согласовано

Декан математического факультета



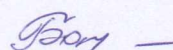
Е.А. Сбродова

И.о. заведующий кафедрой
 математического анализа




А.Ф. Шуклина

Заведующий отделом аспирантуры
 и докторантуры



Н. В. Бочкарева

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Аннотация программы: Дисциплина «Теория приближений» относится к дисциплинам по выбору. Программа включает в себя несколько разделов дополнительных глав анализа: основные понятия, свойства преобразования Лапласа; применение операционного исчисления в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Учебный процесс подразумевает изучение теоретического материала и решение модельных задач.

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цели дисциплины: изучение требований и содержания теории приближений функций.

Задачи дисциплины: углубление знаний в теории приближений функций, совершенствование в овладении методов решения соответствующих задач

В результате обучения обучающийся должен:


- знать: критерии системного анализа поставленных задач, способы планирования и организации исследований;

- уметь: выполнять поиск информации, определять критерии системного анализа поставленных задач, проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам;

- владеть: навыками использования критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач, навыками проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью, навыками составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория приближений» является обязательной. Преподавание дисциплины осуществляется на первом курсе (2 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 2 зачетные единицы/72 часа, из них контактная работа с преподавателем составляет - 0,5 зачетных единиц/18 часов (лекции – 6 часов, практические – 12 часов), самостоятельная работа – 1,47 зачетных единиц/53 часа, контроль – 0,03 зачетных единиц/1 час.


 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 4 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической подготовкой, навыками решения стандартных задач и владеть основными понятиями математического, комплексного и функционального анализа, алгебры и геометрии, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики и вариационного исчисления в рамках университетского курса для студентов-математиков.

Дисциплина «Теория приближений» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации, а также подготовиться к сдаче кандидатского минимума по соответствующей специальности.

Требования к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося, необходимые при изучении дисциплины

Знать	Уметь	Владеть
цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов	составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты	систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме
фундаментальные основы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	применять методы математического анализа, дифференциальных уравнений и динамических систем при решении задач высшей математики	навыками решения задач, связанных с дифференциальными уравнениями

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 5 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Результаты обучения по дисциплине	
знать	современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
	Основные результаты теории приближений функций
уметь	выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования
	Решать задачи теории приближений функций
владеть	навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований
	навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов
	Основными понятиями и навыками теории приближений функций

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины


Вид работы	Семестр				Всего
	1	2	3	4	
Общая трудоёмкость, акад. часов	-	72	-	-	72
Контактная работа:	-	18	-	-	18
Лекции, акад. часов	-	6	-	-	6
Практические (семинары), акад. часов	-	12	-	-	12
Лабораторные работы, акад. часов	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа, акад. часов	-	53	-	-	53
Контроль	-	1	-	-	1
Вид контроля (зачёт, экзамен)	-	зачет с оценкой	-	-	

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 6 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


4.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов					Форма текущего контроля
		Всего	Контактная работа			Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические, семинары	Лаб. работы		
1	Теорема Вейерштрасса. Наилучшее приближение. Компактные классы функций	36	4	6	-	26	Доклад
2	Конструктивная теория функций. Прямые и обратные теоремы	35	2	6	-	27	Доклад
	Контроль	1				1	
	Итого:	72	6	12		53	


№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела*
1	Теорема Вейерштрасса. Наилучшее приближение. Компактные классы функций	1. Теорема Вейерштрасса. 1.1. Приближение непрерывных функций многочленами на конечном отрезке. Основная теорема. 1.2. Доказательство теоремы Вейерштрасса . 1.3. Обобщение и некоторые частные случаи. Периодические функции. Функции многих переменных. 1.4. Приближение многочленами в среднем интегрируемых функций. 1.6. Приближение непрерывных функций на бесконечном промежутке. Равномерная аппроксимация рациональными дробями. 1.7. Равномерное приближение на всей вещественной оси целыми функциями конечной степени. 1.8. О взвешенном равномерном приближении непрерывных функций на всей вещественной оси. 1.9. О приближении в среднем интегрируемых функций на

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 7 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		<p>бесконечном промежутке.</p> <p>2. Наилучшее приближение.</p> <p>2.1. Наилучшее приближение многочленами на конечном отрезке.</p> <p>2.2. Обобщение на линейное нормированное пространство и некоторые частные случаи.</p> <p>2.3. О единственности многочлена наилучшего равномерного приближения. Теорема Хаара.</p> <p>2.4. О единственности многочлена наилучшего интегрального приближения.</p> <p>2.5. Последовательность наилучших приближений. Основное характеристическое свойство.</p> <p>2.6. Наилучшее приближение на бесконечном промежутке.</p> <p>2.7. Свойства многочленов наилучшего приближения. Теорема П. Л. Чебышева.</p> <p>2.8. О некоторых свойствах многочленов наилучшего интегрального приближения.</p> <p>2.9. Полиномы, наименее уклоняющиеся от нуля.</p> <p>2.10. Оценка наилучшего приближения. Теорема Валле – Пуссена.</p> <p>2.11. Некоторые случаи точного решения задачи о наилучшем приближении.</p> <p>2.12. О некоторых критериях для наилучшего приближения на бесконечном промежутке.</p> <p>2.13. Разные задачи и теоремы.</p> <p>3. Некоторые компактные классы функций и их структурные характеристики.</p> <p>3.1. Компактные классы функций одной переменной. Признаки типа теоремы Арцела. Понятие об ϵ-энтропии и ϵ-емкости компактного множества.</p> <p>3.2. Модули непрерывности и некоторые их свойства.</p> <p>3.3. Модули гладкости различных порядков.</p> <p>3.4. О компактных классах функций многих переменных.</p> <p>3.5. Компактные классы дифференцируемых функций.</p> <p>3.6. Множества функций ограниченной вариации.</p> <p>3.7. Некоторые классы аналитических на конечном отрезке функций.</p> <p>3.8. Некоторые классы функций, аналитических на всей действительной оси.</p>
--	--	---

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 8 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


		3.9. О регулярно монотонных функциях. 3.10. О квазианалитических классах функций. 3.11. Сопряженные классы функций, заданных на всей вещественной оси.
2	Конструктивная теория функций. Прямые и обратные теоремы	4. Некоторые свойства алгебраических многочленов и целых трансцендентных функций экспоненциального типа. 4.1. Интерполяционные формулы для алгебраических многочленов. 4.2. Интерполяционные формулы для тригонометрических полиномов. 4.3. Интерполяционные формулы для некоторых классов целых трансцендентных функций экспоненциального типа. 4.4. О явлении интерференции в поведении целых функций конечной степени. 4.5. Некоторые интегральные представления для алгебраических многочленов и тригонометрических полиномов. 4.6. Интегральное представление для некоторых классов целых трансцендентных функций экспоненциального типа. Теорема Винера—Палей. 4.7. Некоторые интерполяционные и интегральные тождества для производной от алгебраических многочленов и целых трансцендентных функций экспоненциального типа. 4.8. Некоторые экстремальные свойства алгебраических многочленов и целых трансцендентных функций конечной степени..... 4.9. Интегральные и интерполяционные нормы целых функций конечной степени в различных метриках. 4.10. Связь между тригонометрическими полиномами и другими целыми функциями классов Ва. 4.11. Неотрицательные многочлены и целые трансцендентные функции экспоненциального типа. 5. Прямые теоремы конструктивной теории функций. 5.1. Влияние дифференциальных свойств функций на скорость убывания к нулю их наилучших приближений. Теорема Джексона. 5.2. Усиление теоремы Джексона о наилучшем приближении непрерывных функций алгебраическими многочленами на конечном отрезке вещественной оси. 5.3. Некоторые прямые теоремы для функций многих переменных.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 9 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		<p>5.4. Скорость убывания к нулю наилучшего приближения аналитических функций.</p> <p>5.5. Уточнение теорем Джексона. Оценки Н. И. Ахиезера — М. Г. Крейна — Ж. Фавара для дифференцируемых периодических функций.</p> <p>5.6. Об асимптотическом поведении верхних граней наилучших приближений на классах функций, дифференцируемых данное конечное число раз. Теорема С. Н. Бернштейна.</p> <p>5.7. Наилучшее приближение функций, аналитических в полосе.</p> <p>5.8. Конструктивные свойства некоторых квазианалитических классов функций.</p> <p>5.9. Оценки для наилучших приближений на некоторых сопряженных классах функций.</p> <p>5.10. Прямые теоремы в произвольных пространствах Банаха.</p> <p>6. Обратные теоремы. Конструктивные характеристики некоторых классов функций.</p> <p>6.1. Дифференциальные свойства функций с заданной последовательностью наилучших приближений.</p> <p>6.2. Конструктивные характеристики некоторых классов непрерывных функций, заданных на конечном отрезке.</p> <p>6.3. Обратные теоремы для функций многих переменных.</p> <p>6.4. Дифференциальные свойства и наилучшее приближение функций в различных метриках. О теоремах вложения для некоторых- классов функций.</p> <p>6.5. Аналитичность функций и их наилучшее приближение .</p> <p>6.6. О конструктивных характеристиках квазианалитических классов функций.</p> <p>6.7. Некоторые обратные теоремы для сопряженных классов функций.</p> <p>6.8. Обратные теоремы и некоторые конструктивные характеристики для компактных множеств в пространствах Банаха.</p>
--	--	--

5. Образовательные технологии

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- интерактивные технологии;
- применение новых методов обучения, связанных с использованием возможностей виртуальной информационной среды (мультимедийные технологии).

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 10 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


В соответствии с утвержденной основной образовательной программой по научной специальности 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ (направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ) программа дисциплины «Теория приближений» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально-психологического обучения в учебной и научной деятельности;
- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности аспиранта и достижения ряда важнейших образовательных целей: стимулирование мотивации и интереса в области углубленного изучения теории динамических систем в общеобразовательном и профессиональном плане; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы; развитие навыков анализа, критичности мышления, научной коммуникации.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Теория приближений»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Теорема Вейерштрасса. Наилучшее приближение. Компактные классы функций	знать: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Контрольная работа № 1

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	
2	Конструктивная теория функций. Прямые и обратные теоремы	знать: основные понятия, результаты и методы теории приближений функций. уметь: решать задачи, связанные с теорией приближений функций владеть: навыками постановки задач, связанных с теорией приближений функций	Зачет


6. 2. Оценочные средства

Текущий контроль

Аспирантам предлагается самостоятельно разобрать одну из тем курса и выступить с докладом. Текущий контроль осуществляется путем оценивания активной работы аспиранта на занятиях и сделанного доклада.

Темы доклада

1. Равномерное приближение на всей вещественной оси целыми функциями конечной степени.
2. О взвешенном равномерном приближении непрерывных функций на всей вещественной оси.
3. О приближении в среднем интегрируемых функций на бесконечном промежутке
4. Оценка наилучшего приближения. Теорема Валле – Пуссена.
5. Некоторые случаи точного решения задачи о наилучшем приближении.
6. О некоторых критериях для наилучшего приближения на бесконечном промежутке
7. О регулярно монотонных функциях.
8. О квазианалитических классах функций.
9. Сопряженные классы функций, заданных на всей вещественной оси
10. Интегральное представление для некоторых классов целых трансцендентных функций экспоненциального типа. Теорема Винера—Палей.


 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

11. Некоторые интерполяционные и интегральные тождества для производной от алгебраических многочленов и целых трансцендентных функций экспоненциального типа.
12. Некоторые экстремальные свойства алгебраических многочленов и целых трансцендентных функций конечной степени...
13. Интегральные и интерполяционные нормы целых функций конечной степени в различных метриках.
14. Связь между тригонометрическими полиномами и другими целыми функциями классов B_n .

Промежуточная аттестация

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Теорема Вейерштрасса.
 - 1.1. Приближение непрерывных функций многочленами на конечном отрезке. Основная теорема.
 - 1.2. Доказательство теоремы Вейерштрасса .
 - 1.3. Обобщение и некоторые частные случаи. Периодические функции. Функции многих переменных.
 - 1.4. Приближение многочленами в среднем интегрируемых функций.
 - 1.6. Приближение непрерывных функций на бесконечном промежутке. Равномерная аппроксимация рациональными дробями.
 - 1.7. Равномерное приближение на всей вещественной оси целыми функциями конечной степени.
 - 1.8. О взвешенном равномерном приближении непрерывных функций на всей вещественной оси.
 - 1.9. О приближении в среднем интегрируемых функций на бесконечном промежутке.
2. Наилучшее приближение.
 - 2.1. Наилучшее приближение многочленами на конечном отрезке.
 - 2.2. Обобщение на линейное нормированное пространство и некоторые частные случаи.
 - 2.3. О единственности многочлена наилучшего равномерного приближения. Теорема Хаара.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


- 2.4. О единственности многочлена наилучшего интегрального приближения.
- 2.5. Последовательность наилучших приближений. Основное характеристическое свойство.
- 2.6. Наилучшее приближение на бесконечном промежутке.
- 2.7. Свойства многочленов наилучшего приближения. Теорема П. Л. Чебышева.
- 2.8. О некоторых свойствах многочленов наилучшего интегрального приближения.
- 2.9. Полиномы, наименее уклоняющиеся от нуля.
- 2.10. Оценка наилучшего приближения. Теорема Валле – Пуссена.
- 2.11. Некоторые случаи точного решения задачи о наилучшем приближении.
- 2.12. О некоторых критериях для наилучшего приближения на бесконечном промежутке.
- 2.13. Разные задачи и теоремы.

3. Некоторые компактные классы функций и их структурные характеристики.

- 3.1. Компактные классы функций одной переменной. Признаки типа теоремы Арцела. Понятие об ϵ -энтропии и ϵ -емкости компактного множества.
- 3.2. Модули непрерывности и некоторые их свойства.
- 3.3. Модули гладкости различных порядков.
- 3.4. О компактных классах функций многих переменных.
- 3.5. Компактные классы дифференцируемых функций.
- 3.6. Множества функций ограниченной вариации.
- 3.7. Некоторые классы аналитических на конечном отрезке функций.
- 3.8. Некоторые классы функций, аналитических на всей действительной оси.
- 3.9. О регулярно монотонных функциях.
- 3.10. О квазианалитических классах функций.
- 3.11. Сопряженные классы функций, заданных на всей вещественной оси.

4. Некоторые свойства алгебраических многочленов и целых трансцендентных функций экспоненциального типа.

- 4.1. Интерполяционные формулы для алгебраических многочленов.
- 4.2. Интерполяционные формулы для тригонометрических полиномов.
- 4.3. Интерполяционные формулы для некоторых классов целых

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

трансцендентных функций экспоненциального типа.

4.4. О явлении интерференции в поведении целых функций конечной степени.

4.5. Некоторые интегральные представления для алгебраических многочленов и тригонометрических полиномов.

4.6. Интегральное представление для некоторых классов целых трансцендентных функций экспоненциального типа. Теорема Винера—Палей.

4.7. Некоторые интерполяционные и интегральные тождества для производной от алгебраических многочленов и целых трансцендентных функций экспоненциального типа.

4.8. Некоторые экстремальные свойства алгебраических многочленов и целых трансцендентных функций конечной степени.....

4.9. Интегральные и интерполяционные нормы целых функций конечной степени в различных метриках.

4.10. Связь между тригонометрическими полиномами и другими целыми функциями классов B_a .

4.11. Неотрицательные многочлены и целые трансцендентные функции экспоненциального типа.

5. Прямые теоремы конструктивной теории функций.

5.1. Влияние дифференциальных свойств функций на скорость убывания к нулю их наилучших приближений. Теорема Джексона.

5.2. Усиление теоремы Джексона о наилучшем приближении непрерывных функций алгебраическими многочленами на конечном отрезке вещественной оси.

5.3. Некоторые прямые теоремы для функций многих переменных.


5.4. Скорость убывания к нулю наилучшего приближения аналитических функций.

5.5. Уточнение теорем Джексона. Оценки Н. И. Ахиезера — М. Г. Крейна — Ж. Фавара для дифференцируемых периодических функций.

5.6. Об асимптотическом поведении верхних граней наилучших приближений на классах функций, дифференцируемых данное конечное число раз. Теорема С. Н. Бернштейна.

5.7. Наилучшее приближение функций, аналитических в полосе.

5.8. Конструктивные свойства некоторых квазианалитических классов

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

функций.

5.9. Оценки для наилучших приближений на некоторых сопряженных классах функций.

5.10. Прямые теоремы в произвольных пространствах Банаха.

6. Обратные теоремы. Конструктивные характеристики некоторых классов функций.

6.1. Дифференциальные свойства функций с заданной последовательностью наилучших приближений.

6.2. Конструктивные характеристики некоторых классов непрерывных функций, заданных на конечном отрезке.

6.3. Обратные теоремы для функций многих переменных.

6.4. Дифференциальные свойства и наилучшее приближение функций в различных метриках. О теоремах вложения для некоторых классов функций.

6.5. Аналитичность функций и их наилучшее приближение.

6.6. О конструктивных характеристиках квазианалитических классов функций.

6.7. Некоторые обратные теоремы для сопряженных классов функций.


6.8. Обратные теоремы и некоторые конструктивные характеристики для компактных множеств в пространствах Банаха.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене/зачете.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.


6.3. Критерии оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения проводится по пятибалльной шкале:

«Отлично» (5 баллов) – Аспирантом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленные вопросы, в котором он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы. Аспирант достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса.

«Хорошо» (4 балла) – Аспирантом дан развернутый ответ на поставленные вопросы, в котором студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу. Аспирант дает аргументированные ответы, приводит примеры. В изложении материала присутствует логичность и последовательность. За правильный подход при небольших ошибках в рассуждениях и вычислениях.

«Удовлетворительно» (3 балла) – Аспирантом дан ответ, свидетельствующий о знании основных понятий изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных положений теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно логичным и последовательным изложением материала. Правильный подход при существенных ошибках в вычислениях

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 17 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

«Неудовлетворительно» (1-2 балла) – Аспирантом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание основных понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных положений теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности изложения материала. Выводы поверхностны. Аспирант не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя. Отсутствие выполнения задания, за выполнение вычислений без обоснования.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме на языке Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);


б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 18 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приемами процесса познания и развитию познавательных способностей.


Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся:

Самостоятельная работа аспиранта является показателем научного потенциала, умения работы с литературными источниками и нормативными актами, материалами экономической и педагогической практики, способности аспиранта к самостоятельному анализу проблемных вопросов. Она состоит в изучении учебной и научной литературы, в выполнении заданий для самостоятельной работы.

Аспиранты очной, а также и заочной форм обучения изучают и нарабатывают теоретический и практический материал по большей части самостоятельно. На кафедре экономической теории и регионального развития в списке рекомендованной литературы предложен объем учебной и научной литературы, следовательно, аспиранту необходимо как можно чаще обращаться к фондам научных библиотек, а также и к периодической литературе, следить за новеллами в области развития экономики. При изучении научной, учебной литературы необходимо сопоставить содержание имеющейся в наличии литературы с программой кандидатского экзамена по специальности. В случае отсутствия того или иного источника литературы, необходимо обратиться к фондам Российской государственной библиотеки (г. Москва). Аспирант должен провести тщательную подготовительную работу с научной литературой по своей специальности, освоить теоретические, общие и частнонаучные методы поиска.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 19 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.


Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Основная литература

(* литература, имеющаяся в библиотеке ЧелГУ или электронной библиотечной системе; ** литература, имеющаяся в электронной библиотечной системе)

1. ** Рыжиков, Ю. И. Численные методы теории очередей : учебное пособие / Ю. И. Рыжиков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-3462-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206099> .
2. ** Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-0799-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210437> .
3. ** Суетин, П. К. Классические ортогональные многочлены : учебное пособие / П. К. Суетин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 480 с. — ISBN 978-5-9221-0406-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2758> .

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 20 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Дополнительная литература

- 1.** Туганбаев, А. А. Функции комплексного переменного : учебное пособие / А. А. Туганбаев. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2017. – 48 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115140> .
- 2.** Фукс, Б. А. Функции комплексного переменного и некоторые их приложения : учебное пособие : [16+] / Б. А. Фукс, Б. В. Шабат. – 3-е изд. – Москва : Наука, 1964. – 390 с. – (Физико-математическая библиотека инженера). –URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116268> .
- 3.** Кытманов, А. М. Интегральные представления и их приложения в многомерном комплексном анализе / А. М. Кытманов, С. Г. Мысливец ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2010. – 390 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229174>
- 4.** Соколенко, Е. В. Теория функций комплексных переменных. Операционное исчисление : учебное пособие / Е. В. Соколенко ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 199 с. : табл. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494812>

Электронные фонды и ресурсы

Средством доступа к системе собственных электронных ресурсов является сайт библиотеки www.lib.csu.ru. Электронный каталог обеспечивает полное и оперативное представление о библиотечном фонде, повышает качество и эффективность поиска информации – более ,5 млн. записей.

1. *Электронный каталог. Библиографические базы данных.*

Книги, электронные ресурсы, диссертации и авторефераты.

2. *Электронная библиотека.*


Издания ЧелГУ, УМК; диссертации, защищенные в советах ЧелГУ, резервные коллекции, фонд редких книг, электронный справочник «Информио», статистические издания России и стран СНГ.

3. *Реферативные*

Базы данных ИНИОН РАН, базы данных ВИНТИ, Scopus (<http://www.scopus.com>), Science (архив).

4. *Полнотекстовые*

Базы данных диссертаций РГБ, АРБИКОН, SIGLA, научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>, подписка на полнотекстовую коллекцию российских научных журналов (20-205, 48 наименований), издательств:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 21 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Taylor&Francis, Sage Publications (архив научных журналов); Springer, Wiley (<http://onlinelibrary.wiley.com>).

5. *Электронно-библиотечные системы с возможностью* пользования лицензионными материалами из любой точки, имеющей доступ к сети Интернет (регистрация из сети университета персонального аккаунта): Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru), Лань (www.e.lanbook.com).

Интернет-ресурсы

- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <http://e.lanbook.com>
- Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <http://biblioclub.ru>

Лицензионное программное обеспечение по дисциплине (модулю)

MS Office365


8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине «Теория приближений», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, а также эффективное выполнение выпускной квалификационной работы (диссертации):

– лекционные аудитории, оснащенные мультимедийными комплексами на основе антивандальной трибуны;

– специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;

– методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине.


 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 22 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

На математическом факультете имеются учебные, научно-исследовательские лаборатории, оснащенные современными компьютерами и мультимедийными комплексами: учебно-вычислительная лаборатория (2 компьютерных класса, 24 компьютера), лаборатория методов оптимизации и моделирования игровых ситуаций, учебно-научная лаборатория компьютерной геометрии, учебно-научная лаборатория дифференциальных уравнений и теории операторов кафедры математического анализа, научно-исследовательская лаборатория квантовой топологии, учебно-научная лаборатория технических средств обучения (10 компьютеров), учебно-научная лаборатория «Сетевой полигон» (15 компьютеров). Все компьютеры кафедр и лабораторий математического факультета объединены локальной сетью, имеют выход в Интернет. Факультет имеет собственный сайт math.csu.ru, на котором выложены учебные и научные материалы, разработанные сотрудниками факультета. Помещение для самостоятельной работы (ауд.205,206).

Университет располагает компьютерными классами, объединенными в локальную сеть, выходом в Интернет, оснащенными современными высокопроизводительными компьютерами. Поддерживается собственный сайт: <http://csu.ru>.

Для получения высшего образования по программам аспирантуры инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья в университете имеются аудитории, оснащенные следующим оборудованием:

Название кабинета	Оборудование
Тифлотехническая аудитория, кабинет А-28 первого учебного корпуса	Тифлотехнические средства: брайлевский компьютер с дисплеем и принтером, тифлокомплекс «Читающая машина», телевизионное увеличивающее устройство, тифломагнитолы кассетные (3 шт.) и цифровые диктофоны (6 шт.). Специальное программное обеспечение: программа речевой навигации JAWS, речевые синтезаторы («говорящая мышь»), экранные лупы.
Сурдотехническая аудитория, кабинет А-27 первого учебного корпуса	радиокласс «Сонет-Р» (на 6 человек), программируемые слуховые аппараты (6 шт.) индивидуального пользования с устройством задания режима работы на компьютере, аудиотехника.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2. «Теория приближений» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 23 из 23	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Аудитория адаптивных информационных технологий, кабинет А-27 первого учебного корпуса	Компьютерный класс на 2 мест, интерактивная доска ActiveBoard с системой голосования, акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор, телевизор, видеомагнитофон, устройство видеоконференцсвязи VCON HD3000.
---	--

Все указанные в настоящей рабочей программе дисциплины методическое и техническое обеспечение учебного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется Региональным учебно-научным центром инклюзивного образования ЧелГУ.

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

При изучении данной дисциплины используются лекционные и семинарские (практические) занятия и самостоятельная работа аспиранта. На лекциях излагается основное содержание тем программы, рассматриваются основные методы и приёмы решения задач. На практических занятиях излагается основное содержание тем программы, рассматриваются основные методы и подходы.

Для наиболее эффективного изучения дисциплины аспиранту рекомендуется:

- посещать занятия, кратко и вдумчиво конспектировать материал, с указанием даты проведения занятия и темы;
- самостоятельно прорабатывать материал как после каждого занятия, так и по завершению темы, что позволяет связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.