


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ФАМИАТ
от « 21 » мая 2024 г., протокол № 5/24

Председатель _____ Волков М.А.
подпись *цифровая подпись*

« 21 » мая 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Дополнительные главы математического анализа
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Прикладной математики
Курс	2

Направление (бакалавриат): 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность (профиль/специализация): Имитационное моделирование и анализ данных

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » сентября 2024 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Верёвкин А.Б.	ПМ	Доцент, к.ф.-м.н., доцент

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой
 / Бутов А.А. / Подпись ФИО « 21 » мая 2024 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: освоение основ и методов теории числовых и функциональных рядов; формирование уровня математической культуры, достаточного для понимания и усвоения последующих курсов, базирующихся на данной дисциплине; приятие навыков исследовательской работы.


Задачи освоения дисциплины: изучение базовых понятий теории числовых и функциональных рядов, в частности степенных рядов и рядов Фурье, а также их приложений в математических и физических задачах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина «Дополнительные главы математического анализа» (Б1.О.34) относится к дисциплинам Базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Основной Профессиональной Образовательной Программы по направлению подготовки – 01.03.02 Прикладная математика и информатика. Данная дисциплина базируется на входных знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им в школе и на первом курсе университетского обучения. Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении последующих дисциплин – «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей», «Численные методы», «Функциональный анализ», «Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление», а также для прохождения государственной итоговой аттестации.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 – способность применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	<p>Знать: понятие числового ряда, функциональной последовательности и функционального ряда; сходимость числового ряда, абсолютную и условную сходимость рядов, перестановки рядов, умножение рядов; поточечную и равномерную сходимость функциональных последовательностей и рядов; признаки сходимости числовых и функциональных рядов; свойства равномерно сходящихся функциональных последовательностей и рядов; понятие ряда Фурье.</p> <p>Уметь: исследовать числовые ряды на сходимость; находить предельные функции и исследовать функциональные последовательности и ряды на равномерную сходимость; дифференцировать и интегрировать функциональные последовательности и ряды; исследовать семейства функций на равномерную сходимость; суммировать числовые и функциональные ряды методами математического анализа; находить ряды Фурье элементарных функций.</p> <p>Владеть: техникой применения дифференцирования и интегри-</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	рования степенных рядов и рядов Фурье для нахождения их сумм, в том числе для суммирования числовых рядов.
--	--

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 6 зачетных единиц.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):


Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения: очная)		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		3	4
1	2	3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соотв. с УП	84	36	48
Аудиторные занятия	84	36	48
Лекции	34	18	16
Семинары и практические занятия	50	18	32
Лабораторные работы, практикумы	–	–	–
Самостоятельная работа	96	36	60
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)		устный опрос, контрольная работа	проверка решения задач, контрольная работа
Курсовая работа	–	–	
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт, экзамен 36	зачёт 0	экзамен 36
Всего часов по дисциплине	216	72	144

*В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная.

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
3 семестр							
<i>Раздел 1. Ряды</i>							
1. Числовые ряды	36	9	9			18	устный опрос, контрольная работа
2. Функциона-	36	9	9			18	проверка

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

льные последовательности и ряды							решения задач, контрольная работа
Итого	72	18	18		18	36	
4 семестр							
3. Ряды Фурье	108	16	32			60	проверка решения задач, контрольная работа
Экзамен	36						
Итого	144	16	32			60	
Всего	216	34	50		18	96	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Ряды.

Тема 1. Числовые ряды.


Понятие числового ряда. Частичные суммы числового ряда. Различные определения сходимости числового ряда. Числовые ряды, сходящиеся по Коши. Геометрическая прогрессия. Ряд Гюйгенса. Необходимое условие сходимости числового ряда. Гармонический ряд. Критерий Коши сходимости числовых рядов. Знакоположительные ряды. Необходимое и достаточное условие сходимости знакоположительного ряда. Признаки сходимости знакоположительных рядов (признаки сравнения, признак Даламбера, радикальный признак Коши, интегральный признак Коши, признак Раабе, признак Гаусса). Базельская задача и значения дзета-функции. Знакопередающиеся ряды. Теорема Лейбница. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Признаки Абеля, Дирихле. Арифметические операции над сходящимися рядами. Бесконечные произведения и их сходимости. Двойные и повторные ряды. Методы суммирования числовых рядов.

Тема 2. Функциональные последовательности и ряды.

Функциональные последовательности. Поточечная и равномерная сходимости функциональных последовательностей. Критерий Коши равномерной сходимости функциональных последовательностей. Теоремы о непрерывности предельной функции, почленное интегрирование и дифференцирование функциональных последовательностей. Функциональные ряды. Равномерная сходимости функциональных рядов. Достаточные условия равномерной сходимости функциональных рядов (признак Вейерштрасса, признаки Абеля и Дирихле). Степенные ряды. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Теоремы Абеля о степенных рядах. Разложение функций в степенной ряд. Ряд Тейлора. Достаточное условие разложения функции в степенной ряд. Разложение основных элементарных функций в ряд Тейлора. Применение рядов в приближенных вычислениях. Теорема Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывной функции многочленами.

Тема 3. Ряды Фурье.

Ортонормированные системы функций. Ряды Фурье по ортонормированным системам. Неравенство Бесселя. Замкнутость и полнота ортонормированных систем. Равенство Парсеваля. Тригонометрическая система и ее замкнутость. Тригонометрический ряд Фурье. Теорема Дирихле-Ляпунова и её усиление. Формула Дирихле для частичных сумм ряда Фурье. Условия равномерной сходимости и сходимости ряда Фурье в точке. Признак Жордана сходимости ряда Фурье. Условия почленного дифференцирования и интегрирования ряда Фурье. Лемма Римана об осцилляции. Лемма Фейера. Теорема Римана о локализации. Метод Фейера суммирования тригонометрических рядов. Теорема Фейера. Ряды

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Фурье многочленов Бернулли. Значения дзета-функции при чётных аргументах.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Ряды.

Тема 1. Числовые ряды (семинар).

1. Числовой ряд и его сумма. Исследование сходимости числовых рядов по определению.
2. Необходимое условие сходимости. Критерий Коши сходимости рядов.
3. Признаки сходимости знакоположительных рядов. Признак сравнения.
4. Признак Даламбера. Радикальный признак Коши.
5. Признак Раабе. Признак Гаусса.
6. Интегральный признак Коши-Маклорена сходимости знакоположительных рядов.
7. Другие признаки сходимости знакоположительных рядов (признак сравнения Коши, логарифмический признак и т. д.).
8. Оценка остатка знакоположительного ряда.
9. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Оценка остатка знакочередующегося ряда.
10. Признак Абеля, признак Дирихле.
11. Умножение рядов.
12. Деление рядов.
13. Бесконечные произведения.
14. Контрольная работа по Теме 1.

Тема 2. Функциональные последовательности и ряды (семинар).

1. Функциональные последовательности. Поточечная сходимость функциональных последовательностей.
2. Равномерная сходимость функциональных последовательностей.
3. Функциональные ряды. Поточечная и равномерная сходимость функциональных рядов.
4. Степенные ряды. Область сходимости.
5. Решение задач.
6. Интегрирование степенных рядов.
7. Дифференцирование степенных рядов.
8. Ряд Тейлора. Разложение функций в ряд Тейлора.
9. Суммирование степенных рядов.
10. Вычисление сумм числовых рядов.
11. Контрольная работа по теме 2.

Тема 3. Ряды Фурье (семинар).


1. Ряды Фурье
2. Ряды Фурье четных и нечетных функций.
3. Ряды Фурье функций, заданных на отрезке $[-l, l]$.
4. Разложение функций, заданных на отрезке $[0, l]$, в ряд Фурье.
5. Контрольная работа по Теме 3.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Выполнение курсовых работ и рефератов не предусмотрено учебным планом.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Примерная тематика контрольных работ по дисциплине «Математический анализ»:

1. Числовые ряды – их сходимость и сумма.
2. Функциональные ряды и их сходимость.
3. Разложение функций в ряды Фурье.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЁТУ

3 семестр

Числовой ряд и его сумма. Исследование сходимости числовых рядов по определению. Необходимое условие сходимости. Критерий Коши сходимости рядов. Признаки сходимости знакоположительных рядов. Признак сравнения. Признак Даламбера. Радиальный признак Коши. Признак Раабе. Признак Гаусса. Интегральный признак Коши-Маклорена сходимости знакоположительных рядов. Другие признаки сходимости знакоположительных рядов (признак сравнения Коши, логарифмический признак и т. д.). Оценка остатка знакоположительного ряда. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Оценка остатка знакочередующегося ряда. Признак Абеля, признак Дирихле. Умножение рядов. Деление рядов. Бесконечные произведения. Функциональные последовательности. Поточечная сходимость функциональных последовательностей. Равномерная сходимость функциональных последовательностей. Функциональные ряды. Поточечная и равномерная сходимость функциональных рядов. Степенные ряды. Область сходимости. Интегрирование степенных рядов. Дифференцирование степенных рядов. Ряд Тейлора. Разложение функций в ряд Тейлора. Суммирование степенных рядов. Вычисление сумм числовых рядов.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ


4 семестр

Абстрактный ряд Фурье. Неравенство Бесселя. Сходимость к нулю коэффициентов Фурье. Замкнутость ортонормированной системы. Равенство Парсеваля. Тригонометрическая ортонормированная система. Тригонометрический ряд Фурье. Теорема Дирихле-Ляпунова и её усиление. Замкнутость тригонометрической системы. Сходимость ряда Фурье в среднем. Формула Дирихле для частичных сумм ряда Фурье. Условия равномерной сходимости и сходимости ряда Фурье в точке. Признак Жордана сходимости ряда Фурье. Условия почленного дифференцирования и интегрирования ряда Фурье. Лемма Римана об осцилляции. Лемма Фейера. Теорема Римана о локализации. Метод Фейера суммирования тригонометрических рядов. Теорема Фейера. Ряды Фурье многочленов Бернулли. Значения дзета-функции при чётных аргументах.

11. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения: очная.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (<i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i>)	Объем в часах	Форма контроля (<i>проверка решения задач, реферата и др.</i>)
3 семестр			
<i>Раздел 1. Ряды</i>			
1. Числовые ряды	Проработка учебного материала, решение	18	устный опрос,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета, экзамена		проверка решения задач, контрольная работа
2. Функциональные последовательности и ряды	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета, экзамена	18	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
4 семестр			
3. Ряды Фурье	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче зачета, экзамена	60	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Зорич, В.А. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 1 / В.А. Зорич. – М. : Наука, 1981. – 544 с.
2. Зорич, В.А. Математический анализ : учебник для ун-тов. Ч. 2 / В.А. Зорич. – М. : Наука, 1984. – 640 с.

дополнительная

1. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б.П. Демидович. – М. : Наука, 1990.
2. Виноградова, И.А. Математический анализ в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / И.А. Виноградова, С.Н. Олехник, В.А. Садовничий. – М. : МГУ, 1991.
3. Максимова, О.Д. Математический анализ в примерах и задачах. Предел функции : учебное пособие для вузов / О.Д. Максимова. – 2-е изд., стер. – М. : Издательство «Юрайт», 2019. – 200 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-07222-8. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/442137>.
4. Штраус, Л.А. Пределы: методические указания для студентов факультета математики и информационных технологий и факультета управления / Л.А. Штраус, И.В. Баринаова. – Ульяновск : УлГУ, 2012. – 32 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/236>.
5. Штраус, Л.А. Дифференцирование и исследование функций : учебно-методические указания / Л.А. Штраус, И.В. Баринаова. – Ульяновск : УлГУ, 2010. – 30 с. – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/223>.

учебно-методическая

1. Веревкин А. Б. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Дополнительные главы математического анализа» для всех направлений и специальностей ФМИАТ / А. Б. Веревкин. - Ульяновск : УлГУ, 2023. - 4 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/13698> . - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный.


Согласовано:

Должность сотрудника научной библиотеки

ФИО

подпись

дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

б) Программное обеспечение

1. СПС Консультант Плюс;
2. Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
3. ОС Microsoft Windows;
4. MicrosoftOffice 2016;
5. «МойОфис Стандартный».

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.


1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znaniium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znaniium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

3. Базы данных периодических изданий: eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.пф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. [Российское образование](http://www.edu.ru) : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

_____/_____/_____/_____
 Должность сотрудника УИТТ / ФИО / подпись / дата

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

14. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдо-

