

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей  
Кафедра информатики  
Дисциплина «Прикладные задачи математического анализа»

«К защите допустить»  
Руководитель курсовой работы  
канд. ф.-м. н., доцент  
\_\_\_\_\_. М.А. Калугина  
\_\_\_\_\_.2024

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к курсовой работе  
на тему:  
**«ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОТОЧЕЧНОЙ И РАВНОМЕРНОЙ  
СХОДИМОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЯДОВ»**

БГУИР КП 6-05 0612 02 07 ПЗ

Выполнил студент группы 353502  
ЗГИРСКАЯ Дарья Денисовна

\_\_\_\_\_  
(подпись студента)

Курсовая работа представлена на  
проверку \_\_\_\_\_.2024

\_\_\_\_\_  
(подпись студента)

Минск 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1 Поточечная сходимость функциональных рядов .....	4
2 Равномерная сходимость функциональных рядов .....	5
3 Примеры функциональных рядов с поточечной и равномерной сходимостью .....	6
4 Функции Maple для работы с функциональными рядами и способы их визуализации.....	7
5 Визуализация примеров в maple и сравнительный анализ .....	8
Заключение .....	9
Список литературных источников .....	10

## ВВЕДЕНИЕ

В математическом анализе важную роль играют ряды функций, которые являются важным математическим аппаратом, применяемым для вычислений и исследований как в различных разделах самой математики, так и во многих ее приложениях [1]. При изучении рядов особое значение имеет их сходимость, и в данной работе уделяется внимание поточечной и равномерной сходимостям в частности.

Поточечная сходимость означает, что для каждой точки частичные суммы ряда стремятся к пределу, но это не всегда гарантирует хорошее поведение ряда на всей области. Равномерная сходимость, в отличие от поточечной, обеспечивает одинаковое стремление к пределу на всей области, что упрощает работу с рядом и позволяет корректно выполнять операции, такие как дифференцирование и интегрирование.

Целью данной курсовой работы является исследование и изучение различий поточечной и равномерной сходимости функциональных рядов с помощью системы Maplesoft Maple. Для достижения поставленной цели необходимо:

- 1 Дать определения понятиям поточечной и равномерной сходимости функциональных рядов.
- 2 Рассмотреть эти виды сходимости функциональных рядов на конкретных примерах.
- 3 Проанализировать условия, при которых функциональные ряды сходятся равномерно.
- 4 Изучить возможности Maple для работы с функциональными рядами, а также различные способы визуализации сходимости функциональных рядов.
- 5 Визуализировать примеры функциональных рядов, обладающих поточечной сходимостью, но не обладающих равномерной сходимостью.
- 6 Сравнить между собой оба исследуемых вида сходимости на разных примерах и интервалах.

Таким образом, в ходе данной работы будут исследованы поточечная и равномерная сходимости функциональных рядов. Также, в системе Maplesoft Maple будут созданы визуализации, которые наглядно продемонстрируют основные различия между рассматриваемыми видами сходимостей функциональных рядов.

# **1 ПОТОЧЕЧНАЯ СХОДИМОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЯДОВ**

## **2 РАВНОМЕРНАЯ СХОДИМОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЯДОВ**

### **3 ПРИМЕРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЯДОВ С ПОТОЧЕЧНОЙ И РАВНОМЕРНОЙ СХОДИМОСТЬЮ**

#### **4 ФУНКЦИИ MAPLE ДЛЯ РАБОТЫ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ РЯДАМИ И СПОСОБЫ ИХ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

## **5 ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРИМЕРОВ В MAPLE И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Функциональные ряды: методические указания / В.С. Капитонов [и др.] – СПб., СПбГТИ(ТУ), 2005. – 30 с.
- [2] Функциональные ряды и последовательности : учеб.-метод. пособие для студентов фак. прикладной математики и информатики / О. А. Кастрица [и др.] – Минск: БГУ, 2008. – 47 с.
- [3] Виноградова, И. А. Математический анализ в задачах и упражнениях (числовые и функциональные ряды) : учеб. пособие / Виноградова И. А., Олехник С. Н., Садовничий В. А. – М.: Изд-во Факториал, 1996. – 477 с.
- [4] Зорич, В. А. Математический анализ. Часть II / В. А. Зорич. – М.: МЦНМО, 2019.
- [5] Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник для вузов. В 3 т. / Г. М. Фихтенгольц. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – Т. 2. – 800 с.
- [6] Курс математического анализа : пособие для студентов заочников физ.- мат. фак-тов пед. ин-тов. В 2 т. / под ред. проф. Б. 3. Вулиха. – М.:Просвещение, 1972. – Т. 2. – 439 с.
- [7] Равномерная сходимость функционального ряда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C\\_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%B0&mobileaction=toggle\\_view\\_desktop](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%B0&mobileaction=toggle_view_desktop).
- [8] Равномерная сходимость ряда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://mathprofi.ru/ravnomernaja\\_shodimost.html](http://mathprofi.ru/ravnomernaja_shodimost.html).
- [9] Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учеб. пособие. / Б. П. Демидович. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, ЧеРо, 1997. – 624 с.
- [10] Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный. – М.:Айрис-пресс, 2009. – 608 с.
- [11] Сборник задач по высшей математике : учеб. пособие. В 10 ч. / А. А. Карпук [и др.] – Минск : БГУИР, 2007. – Ч. 8. – 119 с.