МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра высшей алгебры и защиты информации

Можиловская Александра Витальевна

Аннотация к дипломной работе:

**Свойства матриц спектрального дифференцирования Чебышева**

 Научный руководитель:

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры веб-технологий
и компьютерного моделирования

Волков Василий Михайлович

Минск, 2024

### АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена исследованию свойств матриц спектрального дифференцирования Чебышева и их применению для численного решения дифференциальных уравнений. Основное внимание уделено теоретическому обоснованию метода, вычислительным аспектам и анализу точности. В данной работе рассматриваются основные понятия линейной алгебры, касающиеся матриц, а также специальные виды матриц, такие как диагональные и симметричные. Изложена теория полиномов Чебышева, их основные свойства и роль в спектральных методах. Подробно рассматриваются матрицы спектрального дифференцирования Чебышева, их спектральные свойства, а также алгоритмы и методы их вычисления. Приведены примеры вычислений и анализ их точности. Обсуждаются применения матриц спектрального дифференцирования Чебышева. Рассматриваются численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Приводятся примеры моделирования физических процессов, таких как гидродинамика и термодинамика. Проводится сравнение с другими методами дифференцирования, анализируются их точность, эффективность, преимущества и недостатки. В заключении работы подводятся итоги проведенного исследования, формулируются основные выводы и намечаются перспективы дальнейших исследований в данной области.

Работа содержит также приложения с дополнительными материалами, включая программный код на MATLAB для генерации матриц дифференцирования и решения дифференциальных уравнений, а также таблицы и графики, иллюстрирующие полученные результаты.

### АНАТАЦЫЯ

Дыпломная работа прысвечана даследаванню ўласцівасцей матрыц спектральнага дыферэнцыявання Чэбышава і іх прымяненню для лікавага рашэння дыферэнцыяльных раўнанняў. Асноўная ўвага нададзена тэарэтычнаму абгрунтаванню метаду, вылічальным аспектам і аналізу дакладнасці.

У гэтай працы разглядаюцца асноўныя паняцці лінейнай алгебры, якія датычацца матрыц, а таксама спецыяльныя віды матрыц, такія як дыяганальныя і сіметрычныя. Выкладзена тэорыя паліномаў Чэбышава, іх асноўныя ўласцівасці і роля ў спектральных метадах. Падрабязна разглядаюцца матрыцы спектральнага дыферэнцыявання Чэбышава, іх спектральныя ўласцівасці, а таксама алгарытмы і метады іх вылічэння. Прыведзены прыклады вылічэнняў і аналіз іх дакладнасці.

Абмяркоўваюцца прымяненні матрыц спектральнага дыферэнцыявання Чэбышава. Разглядаюцца лікавыя метады рашэння звычайных дыферэнцыяльных раўнанняў і раўнанняў у прыватных вытворных. Прыводзяцца прыклады мадэлявання фізічных працэсаў, такіх як гідрадынаміка і тэрмадынаміка. Праводзіцца параўнанне з іншымі метадамі дыферэнцыявання, аналізуюцца іх дакладнасць, эфектыўнасць, перавагі і недахопы.

У заключэнні працы падводзяцца вынікі праведзенага даследавання, фармулююцца асноўныя высновы і намячаюцца перспектывы далейшых даследаванняў у гэтай вобласці.

Праца таксама змяшчае дадаткі з дадатковымі матэрыяламі, уключаючы праграмны код на MATLAB для генерацыі матрыц дыферэнцыявання і рашэння дыферэнцыяльных раўнанняў, а таксама табліцы і графікі, якія ілюструюць атрыманыя вынікі.

### ANNOTATION

This thesis is dedicated to the study of the properties of Chebyshev spectral differentiation matrices and their application for numerical solutions of differential equations. The main focus is on the theoretical justification of the method, computational aspects, and accuracy analysis.

The work covers basic concepts of linear algebra related to matrices, as well as special types of matrices such as diagonal and symmetric matrices. The theory of Chebyshev polynomials, their main properties, and their role in spectral methods are presented. Chebyshev spectral differentiation matrices, their spectral properties, and the algorithms and methods for their computation are examined in detail. Examples of calculations and their accuracy analysis are provided.

The applications of Chebyshev spectral differentiation matrices are discussed. Numerical methods for solving ordinary differential equations and partial differential equations are considered. Examples of modeling physical processes, such as hydrodynamics and thermodynamics, are provided. A comparison with other differentiation methods is conducted, analyzing their accuracy, efficiency, advantages, and disadvantages.

In conclusion, the results of the study are summarized, main conclusions are formulated, and prospects for further research in this area are outlined.

The work also includes appendices with additional materials, including MATLAB code for generating differentiation matrices and solving differential equations, as well as tables and graphs illustrating the obtained results.