

**Белорусский государственный университет
Механико-математический факультет
Кафедра веб-технологий и компьютерного моделирования**

**Аннотация к дипломной работе
«Псевдо-спектральный метод Чебышева для численного анализа уравне-
ний динамики лазеров»**

Бируля Татьяна Геннадьевна

руководитель Волков Василий Михайлович

2014

Дипломная работа содержит: 42 страницы, 8 иллюстраций (рисунков), 4 приложения, 1 таблицу, 8 использованных литературных источников.

Ключевые слова: ПОЛИНОМЫ ЧЕБЫШЕВА, МАТРИЦА ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ЧЕБЫШЕВА, СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД.

Объектом исследования являются дифференциальные уравнения, описывающие динамику лазеров.

Целью дипломной работы является построение и изучение эффективности спектрального метода на основе полиномов Чебышева для численного анализа начально-краевых дифференциальных задач, описывающих динамику лазеров с учетом продольных пространственных эффектов.

Задачи, решение которых потребовалось для достижения поставленной цели:

1. построение полудискретной модели лазерных уравнений на основе матрицы спектрального дифференцирования Чебышева, позволяющей перейти от рассмотрения системы уравнений в частных производных к задаче Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений
2. программная реализация разработанного метода с использованием метода Рунге-Кутты для решения системы ОДУ.
3. сравнение эффективности построенного спектрального и традиционно используемого для данного класса задач разностного на примере модельной задачи, для которой известно точное аналитическое решение.

В дипломной работе получены следующие *результаты*:

- 1) построена спектральная модель Чебышева для численного решения начально-краевой задачи, описывающей динамику лазеров
- 2) разработан алгоритм реализации спектральной модели с использованием метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности
- 3) на примере модельной задачи показано, что разработанный спектральный метод существенно превосходит по эффективности конечно-разностный метод.

Новизна результатов состоит в том, что для решения начально-краевых задач, описывающих динамику лазеров, *впервые* применен спектральный метод на основе полиномов Чебышева и показаны его преимущества по сравнению с традиционно используемым в данном классе задач методом конечных разностей.

Дипломная работа содержит теоретическую и практическую части. Ее результаты могут быть использованы для разработки специализированного программного обеспечения, ориентированного на моделирование элементов опто-

электронных устройств для современных систем оптических телекоммуникаций и лазерной техники.

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждена тестированием разработанных алгоритмов и программ с использованием модельной задачи, для которой известно точное аналитическое решение.

Дипломная работа выполнена автором *самостоятельно*.

Research paper contains 42 pages, 8 pictures, 1 tables, 8 sources, 4 applications.

Keywords: CHEBYSHEV POLYNOMIALS, CHEBYSHEV DIFFERENTIATION MATRIX, SPECTRAL METHOD.

The Object is the differential equations describing lasers dynamics.

The Aim is to construct and investigate the efficiency of the spectral method based on Chebyshev polynomials for the numerical analysis of the initial-boundary value problems for differential equations describing dynamics of lasers taking into account the longitudinal spatial effects.

Tasks required to achieve the goal are:

1. construction of a semi discrete models of the laser equations based on the the Chebyshev differentiation matrix, which allows to transfer from consideration of the system of partial differential equations to the Cauchy problem for a system of ordinary differential equations
2. implementation of the developed algorithms using Runge-Kutta method to solve the ODE system.
3. comparison of the efficiency of the spectral method and traditionally used finite difference method for a model problem for which an exact analytical solution is known.

The following *results* are obtained:

- 1) for numerical solving boundary-value problems describing dynamics of lasers the Chebyshev spectral model is constructed
- 2) the developed algorithms are implemented with Runge-Kutta fourth-order accuracy method for time-dependent part of the problem.
- 3) on an example of a model problem, it is shown that the developed spectral method significantly outperforms the finite-difference method.

The novelty of the results is that, for solving the boundary value problems describing laser dynamics, the spectral method based on Chebyshev polynomials is applied in first time and its advantages in comparison with the method of finite differences traditionally used on this class of the problems are shown.

Theoretical and practical results are presented. The obtained results can be used to develop software for simulations of optoelectronic devices for modern optical telecommunication systems and laser technologies.

Validity and reliability of the results are confirmed by means of testing the developed algorithms and programs using a model problem for which the exact analytical solution are known.

The thesis is prepared by the author personally.