

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет радиофизики и компьютерных технологий

Кафедра физики и аэрокосмических технологий

Аннотация к дипломной работе

**«Численно-аналитические методы расчета траектории полета
низкоорбитальных спутников Земли»**

Рипак Илья Витальевич

Научный руководитель - кандидат физико-математических наук,
доцент Д.В. Ушаков

Минск, 2016

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 54 страницы, 17 рис., 1 таблица, 11 источников литературы, 1 приложение.

Цель работы: программирование траектории полета низкоорбитальных спутников Земли.

Ключевые слова: НИЗКООРБИТАЛЬНЫЙ СПУТНИК, ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, МЕТОД ЭВЕРХАРТА, ТРАЕКТОРИЯ ПОЛЕТА СПУТНИКА, ВЕКТОР СОСТОЯНИЯ.

В дипломной работе изучены приближенные (численно-аналитические методы) и численные методы, применяющиеся для расчета траектории спутников Земли. Рассмотрены приближенные методы: Кеплера, Цейпеля, метод преобразований Ли. Проведен обзор основных численных методов: Нумерова, Рунге-Кутта, Булирша-Штера, Адамса-Мультона-Коуэлла. Показаны их недостатки и преимущества.

Подробно изучен многошаговый неявный метод Эверхарта, позволяющий проводить расчеты траектории полета спутников Земли с заданной точностью. Главной идеей метода Эверхарта, позволяющей значительно увеличить точность расчета, является выбор не постоянного шага, а разбиения: Радо, Лежандра или Лобатто в зависимости от степени точности.

В компиляторе Free Pascal проведена программная реализация метода Эверхарта девятого порядка точности. С использованием метода Эверхарта проведен тестовый расчет координатного (x, y, z, v_x, v_y, v_z) и экваториального $(r, V, \theta, i, \Omega, u)$ векторов состояний для белорусского спутника БелКА-2 с использованием данных TLE-файла.

Разработанные программы могут быть использованы для расчета траектории любых ИСЗ и позволяют решать задачу нахождения координаты и скорости космического спутника в любой момент времени на основе координаты и скорости космического спутника в начальный момент.

ABSTRACT

Diploma thesis contains 54 pages, 17 figures, 1 tables, 11 citations, 1 application.

The aim of the work: software implementation for calculating the trajectory of Earth-orbiting satellites, 1 application.

Keywords: LEO SATELLITES, EVERHART METHOD, SATELLITE FLIGHT PATH, ANALYTICAL METHODS, NUMERICAL-ANALYTICAL METHOD.

The thesis explored the approximate (numerical-analytical methods) and numerical methods used to calculate the paths of satellites. Considered approximate methods: Kepler, Zeipel transformation method. A review of basic numerical methods: Numerov, Runge-Kutta, Bulirsch-Stehr, Adam-Moulton-Cowell. Showing their weaknesses and strengths. Been studied in detail by multi-step implicit Everhart method, allowing calculations of trajectory of Earth satellites with precision. The main idea of Everhart's method, allowing to greatly increase the accuracy of calculation, is not a permanent choice and split: Radau, Legendre or Lobatto depending on the degree of precision.

Free Pascal compiler software implementation of Everhart's method was conducted the ninth order accuracy. Using the method of coordinate calculation test conducted Everhart (x, y, z, v_x, v_y, v_z) and equatorial $(\theta, r, V, i, \Omega, u)$ state vectors for belarusian satellite BKA-2 using a TLE data file.

Designed programs can be used to calculate the trajectory of any satellites and enable you to solve the problem of finding coordinates and velocity space satellite at any given time based on coordinates and velocity space satellite in the starting point.