

Расчет орбитального движения искусственного спутника земли на основе 3D-модели его орбиты в околоземном космическом пространстве относительно наблюдательного средства

Лозовиков Д.А., Матвеев Д.А.

ВКА им. А. Ф. Можайского, курсанты

.Представлен алгоритм расчета орбитального движения относительно наблюдательного средства потребителя и построения искусственных спутников Земли, движущихся по эллиптическим орбитам в околоземном космическом пространстве при задании элементов орбиты данных объектов.

Ключевые слова: элементы орбиты, модель, орбита, ИСЗ.

Введение

Основной проблемой в понимании орбитального движения искусственного спутника Земли (ИСЗ) является недостаточно развитое пространственное мышление обучающихся. Для наглядного восприятия обучающими учебного материала, связанного с движением ИСЗ мы создали пакет программ, позволяющий строить модели орбит в околоземном космическом пространстве, рассчитывать и прогнозировать координаты относительно средства наблюдения.

Целью исследования является рассчитать по известным параметрам орбиты (большая полуось, эксцентриситет, наклонение орбиты, долгота восходящего узла, аргумент перигея, время прохождения перигея) орбитальное движение ИСЗ, построить 3D модель его орбиты в околоземном космическом пространстве (ОКП).

Начальными данными для построения орбиты ИСЗ в ОКП являются параметры, полученные из TLE - двухстрочного формата данных. Формат TLE определен группировкой NORAD, применяется в NORAD, NASA и других системах. TLE представляет собой текстовый файл, содержащий параметры, такие как: эксцентриситет (e), наклонение орбиты (i), долгота восходящего узла (Ω), аргумент перигея (ω), год эпохи, время эпохи, средняя аномалия и другие.

Реализация динамической модели построения орбит ИСЗ в среде LabView

Программной реализацией алгоритма является виртуальный прибор, выполненный в среде графического программирования LabView. Данная среда позволяет с высокой

степенью наглядности создавать виртуальные модели и отслеживать динамику процесса, используя программируемые логические контроллеры, а, следовательно, в то же время осуществлять управление этими процессами.

Реализация алгоритма осуществляется с помощью блок-диаграммы. Все команды, операторы циклов и сравнения изображаются графически.

На рисунке 1 изображена лицевая панель виртуального прибора построения орбиты искусственного спутника Земли по заданным параметрам его орбиты. На лицевой панели представлены контроллеры для выбора начальных данных (слева); модель Земли и построенная орбита(справа). Также есть возможность выбора масштаба с помощью ползунка(справа).

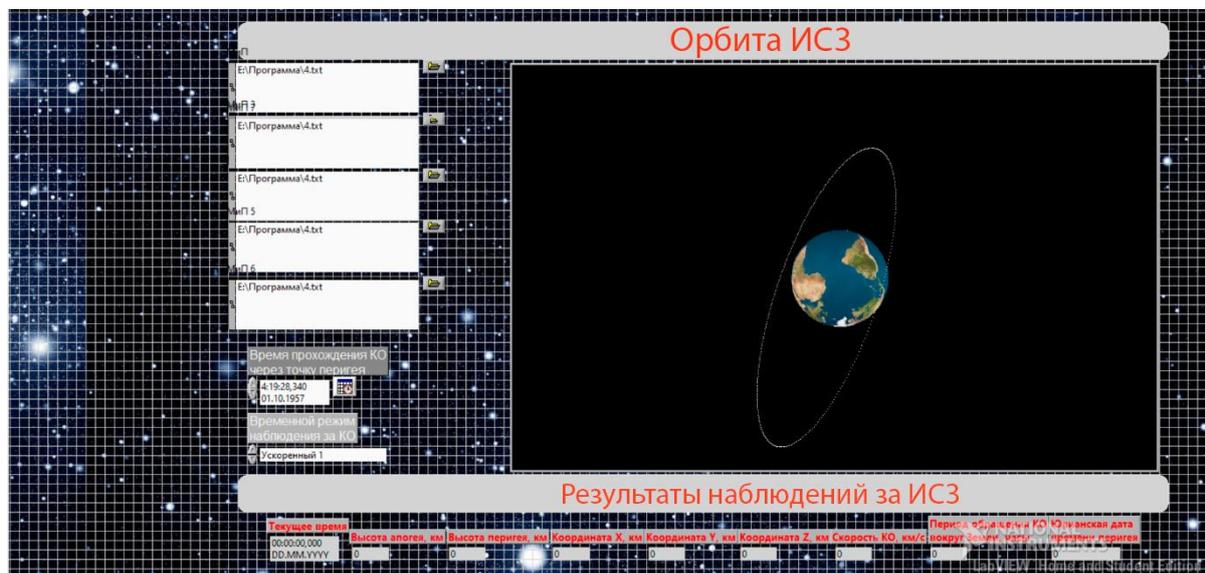


Рис. 1. Виртуальны прибор построения орбиты ИСЗ

На рисунке 2 изображена лицевая панель виртуального прибора для расчета движения ИСЗ относительно наблюдательного средства. На лицевой панели представлены контроллеры для выбора начальных данных (слева); модель Земли, зона действия наблюдательного средства и построенная орбита(справа). Результаты расчетов представлены в виде массива данных с указанием дальности до ИСЗ, азимута и угла места, а также величинами скоростей (по центру).

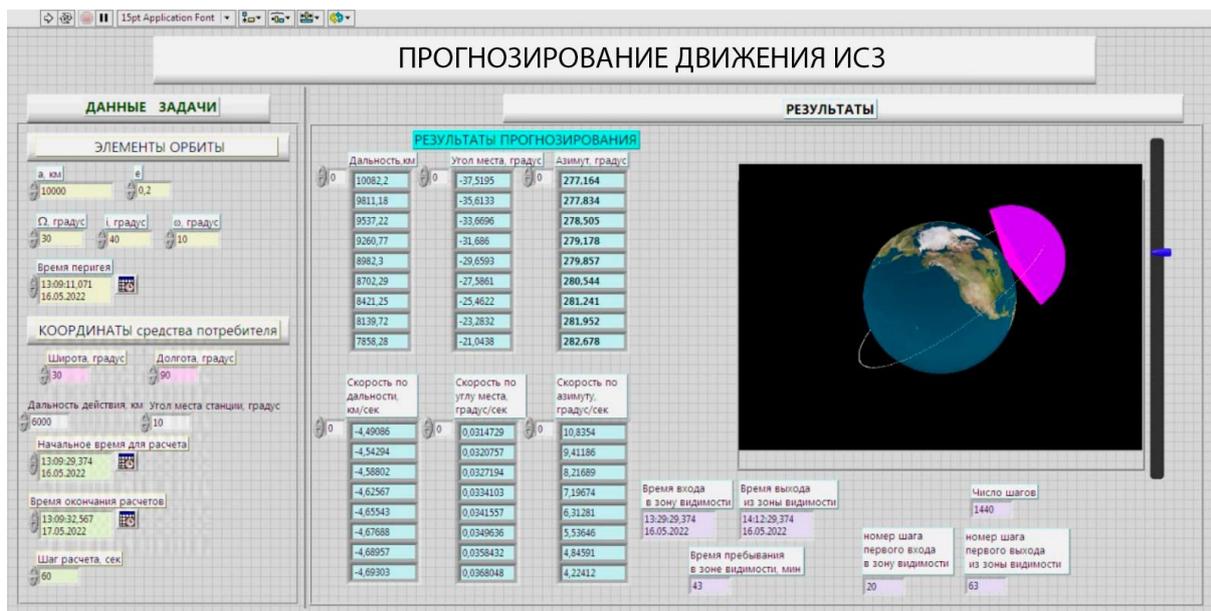


Рис. 2. Виртуальный прибор расчета движения ИСЗ относительно наблюдательного средства

Результаты исследования

В результате исследования были получены два виртуальных прибора, позволяющих строить орбиту ИСЗ и рассчитать его движение относительно наблюдательного средства. Данные виртуальные приборы наглядно демонстрируют в масштабе реального времени любые изменения орбиты и строят ее 3D модель в зависимости от исходных данных.

Заключение

Рассмотренные виртуальные приборы позволяют обучающимся и студентам развить пространственное мышление, анализировать движение ИСЗ по различным орбитам. Данные приборы могут быть использованы в образовательных целях.

Список используемой литературы:

1. Наблюдение и измерение характеристик космических объектов. / В.Н. Алдохина, А.А. Бабишкин, В.О. Королев, Д.А. Рогов, Д.В. Фролов, С.В. Чистяков.- СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2016.-162 с.
2. В.А. Иванов, Д.С. Силютин сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие» (Санкт-Петербург, Октябрь 2021).– СПб.: ГНИИ «Нацразвитие»,2021.– 6-9с.
3. В.Д. Лиференко, В.О. Королев. Компоненты и технологии [Текст] / В.Д. Лиференко, В.О. Королев // Компоненты и технологии.-2016.-№10.С.140-141.
4. Алдохина В.Н., Куликов С.В., Лиференко В.Д., Чесноков Д.С. Виртуальный прибор для исследования формы трассы полета ИСЗ от значений элементов орбиты // Компоненты и технологии. 2017. № 2. С. 128–130.