

УДК 629.78

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОРБИТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

© Говорухин В.С., Куренков В.И.

e-mail: doc.merenion@gmail.com

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Цель исследования: предложить программу визуализации орбитального движения космических аппаратов (КА), основанную на использовании простых и эффективных современных средства моделирования.

При проектировании изделий ракетно-космической техники (РКТ) различного назначения в настоящее время широко используются методы визуализации. Визуализация помогает понять устройство изделий РКТ, более наглядно представить движение ракет-носителей при запуске полезных грузов, отделении ракетных блоков, орбитальном движении космических аппаратов, понять сущность функционирования КА по целевому назначению, представить относительное движение КА в орбитальных группировках и при их движении относительно Земли, планет Солнечной системы и др. Это важная, но не единственная задача визуализации.

Одной из важнейших задач визуализации является дополнительная возможность проверки адекватности разработанных моделей, на основе которых происходит проектирование изделий РКТ. Например, с помощью визуализации можно контролировать процесс орбитального полета КА, нахождение объектов наблюдения в полосах обзора, повороты корпуса КА при съемках, вхождение КА в тень Земли и выход на солнечную сторону витка, повороты панелей солнечных батарей, текущее изменение энергобаланса на борту КА и многое другое.

Современные программные средства предлагают широкий набор технологий визуализации, основанных на применении программных средств, систем, интерфейсов (C++, Delphi, Matlab, Mathcad, Open GL, Monkey и др.).

В настоящей работе предлагается программа визуализации орбитального движения КА реализованная на языке Java с использованием сторонних библиотек и платформы JavaFX. Данный язык имеет некоторые преимущества перед другими в части использования готовых модулей разработанных ранее программ. Математические модели были заимствованы из работ [1, 2].

При построении архитектуры программы основное внимание было уделено созданию структуры приложения, которую, в дальнейшем, можно расширять без изменения существующего кода, а также вести расширение программы группой разработчиков.

Имеющийся функционал программы позволяет моделировать движение нескольких КА с прорисовкой орбиты и трассы полета. Так же имеются и другие возможности: изменение координат наблюдателя относительно отображаемых объектов, изменение масштаба космических объектов (спутники, Луна, Солнце, Земля), визуализация направления «взгляда» со спутника на поверхность Земли, отображение плоскости экватора Земли, и эклиптики и др.

В качестве иллюстрации на рисунке представлено окно разработанной программы визуализации орбитального движения КА ДЗЗ. В окне показаны Земля, 3-D модели двух КА ДЗЗ, движущихся по различным орбитам, их орбиты и трассы.

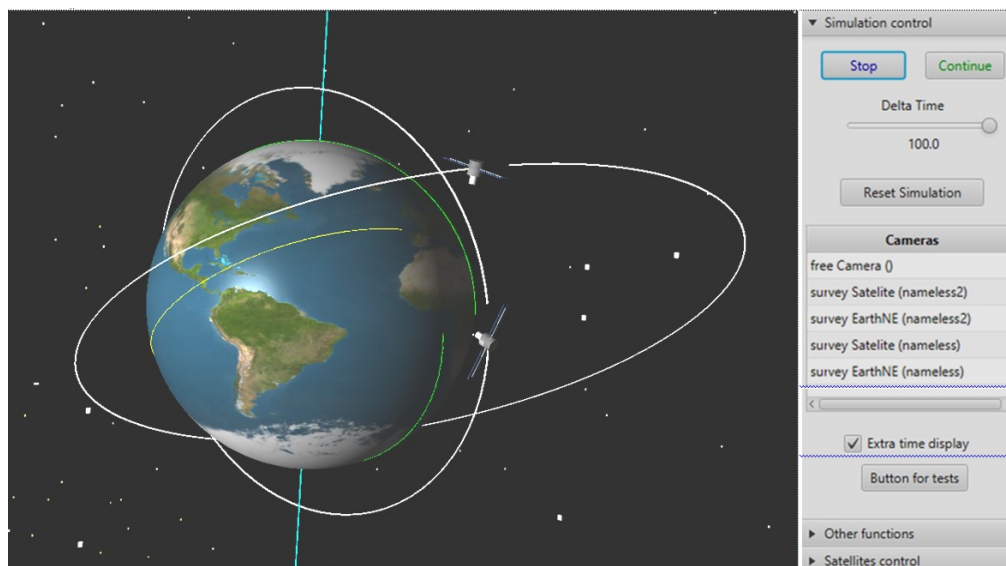


Рис. Окно визуализации орбитального движения двух КА дистанционного зондирования Земли

Адекватность используемых моделей, при визуализации, проверена путём сравнения прецессии (эволюции плоскостей) солнечно-синхронных орбит КА. Проверка осуществлялась, в частности, с параметрами орбиты, соответствующими параметрам орбит КА ДЗЗ «Ресурс-П». Показано, что за год имитации полёта КА плоскость солнечно-синхронных орбит возвращается в исходное состояние, что подтверждает адекватность используемых моделей.

В дальнейшем предполагается расширить функциональные возможности программы, в частности, предполагается внедрение математических моделей оценки периодичности, производительности, оперативности, определения текущего значения угла между нормалью к плоскости солнечной батареи КА и направлением на Солнце, а также визуализации зоны обзора и полосы захвата космических аппаратов ДЗЗ.

Заключение

1. Проведён анализ существующих систем визуализации орбитального движения и программных разворотов космических аппаратов по целевому назначению. Показаны преимущества для этих целей языка программирования Java с использованием сторонних библиотек и платформы JavaFX.

2. Разработана программа визуализации орбитального движения космических аппаратов вокруг Земли, отображающая орбиты полёта и трассы космических аппаратов. Подтверждена адекватность используемых моделей путём сравнения прецессии солнечно-синхронных орбит КА с прецессией космического аппарата, как у КА ДЗЗ «Ресурс-П».

Библиографический список

1. Куренков, В. И. Основы устройства и моделирования целевого функционирования КА наблюдения. / В. И. Куренков, В. В. Салмин, Б. А. Абрамов – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006, -296 с.
2. Куренков, В. И. Моделирование целевого функционирования космических аппаратов наблюдения с учетом энергобаланса: учеб. пособие / В. И. Куренков, В. В. Салмин, Б. А. Абрамов. – Самара, Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. -160 с.