

Секция «Методы математического и компьютерного моделирования в аэрокосмической деятельности»

Объектно-ориентированный подход в решении задач баллистики и навигации космических аппаратов.

Научный руководитель – Костенко Владимир Иванович

Шайхутдинов Альберт Рузалевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Физический факультет, Кафедра небесной механики, астрометрии и гравиметрии, Москва, Россия

E-mail: ar.shaykhutdinov@physics.msu.ru

Одним из основных этапов разработки космической миссии является предварительный расчёт и анализ орбиты космического аппарата (КА). Выбор орбиты зависит от технических возможностей и задач миссии.

В Астрокосмическом центре Физического института имени П.А. Лебедева РАН (АКЦ ФИАН) ведется активная работа над созданием космического радиотелескопа «Миллиметрон», который планируется запустить после 2025 года. «Миллиметрон» будет работать в двух режимах: одиночной антенны и в режиме РСДБ. Его эффективность, как плеча радиоинтерферометра, зависит от заполнения плоскости пространственных частот (U , V) распределения яркости наблюдаемых источников излучения, размера антенны и чувствительности приемного оборудования. UV-заполнение определяется конфигурацией радиоинтерферометра, в данном случае - орбитой КА.

Таким образом, для успешной реализации научной программы миссии «Миллиметрон» необходимо подобрать оптимальную орбиту для РСДБ наблюдений.

Для решения данной задачи в АКЦ ФИАН ведётся разработка программного обеспечения (ПО) «CELESTA».

В свою очередь, эта задача может быть разбита на несколько этапов:

1. Расчет орбиты КА с высокой точностью.
2. Управление КА, нахождение оптимальных маневров.
3. Исследование орбиты в зависимости от различных возмущающих факторов.
4. Высокоточные астрометрические расчеты для редукции положений источников излучения и астрометрических наблюдений.

В докладе на примере «CELESTA» показано, как можно использовать объектно-ориентированное программирование (ООП) для решения широкого спектра задач. Рассмотрен общий принцип организации ПО, в том числе его деление на отдельные модули и интеграция других программ и библиотек (SOFA, SPICE).

Объектно-ориентированный подход является естественным, так как окружающий мир является принципиально объектным. В работе рассмотрены разнообразные приемы описания естественных (КА, планеты и т.д.) и абстрактных (гравитационное поле, приливной потенциал, время и т.д.) объектов, позволяющих интегрировать расчетные модули с интерфейсом при сохранении высокой производительности и точности вычислений.

Разработан специализированный скрипт для описания сценария миссии и выполнения некоторых операций внутри ПО.

В заключении демонстрируются некоторые возможности ПО «CELESTA», текущее состояние разработки и дальнейшие перспективы использованного подхода в решении более общих задач.

Источники и литература

- 1) Vallado D., Fundamentals of Astrodynamics and Applications // Microcosm Press, 2013.
- 2) Standards Of Fundamental Astronomy, Release 13 // IAU, 2016
- 3) SPICE Toolkit N0066 // NASA NAIF, 2017