

СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАЗВЕРТЫВАНИЯ КРЫЛА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ В СРЕДЕ МАТЛАВ

Майков С.А.

Научный руководитель: Воронин А.В., к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, Институт кибернетики
sam10@tpu.ru

Введение

Наземная отработка динамики процессов стыковки, раскрытия и сборки крупногабаритных космических конструкций, предназначенных для работы в условиях невесомости, становится всё более ответственным, трудоёмким и дорогостоящим этапом создания и освоения космической техники.

Сложившаяся практика проектирования и эксплуатации подобных систем предполагает наличие моделирующей системы, позволяющей проводить анализ работы всего стенда, получать его кинематические и динамические характеристики, оценивать точность и качество имитации внешней среды.

В настоящее время компонентное визуальное моделирование является стандартным подходом в автоматизированном моделировании. Оно в гораздо большей степени ориентировано на удобства пользователя, повышает гибкость модели, позволяет опереться на обширные библиотеки моделей компонентов, использовать наглядный способ задания исходной информации и качественную визуализацию результатов моделирования. Компонентное моделирование может быть реализовано в различных средах, в частности в MatLab\Simulink\SimMechanics.

В данной статье изложены результаты начального этапа создания модели крыла солнечной батареи (КСБ) космического аппарата, исходя, прежде всего, из задачи наглядной визуализации процесса раскрытия.

Требования и задачи к построению КСБ

Общий вид типового КСБ космического аппарата представлен на рисунке 1.

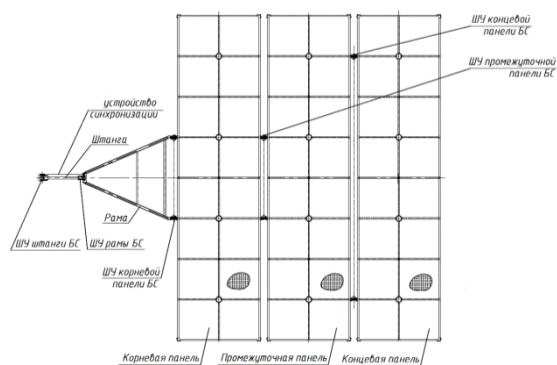


Рисунок 1 - Общий вид КСБ космического аппарата

При построении модели ставилась задача отразить основные особенности кинематической схемы, проанализировать возможности визуализации процесса разворачивания на основе использования блоков библиотеки SimMechanics, разработать модели блоков, имитирующих моменты разворачивания в шарнирах, а также блоков, имитирующих упругость и трение.

Разработка моделей основных элементов КСБ

В процессе моделирования, как динамика, так и кинематика всей конструкции могут быть изучены простейшими моделями, которые учитывают только особенности механической части объекта моделирования. Например, нет необходимости задавать форму штанги или толщину панелей батарей солнечных (БС). Однако это приводит к недостаточно реалистичной визуализации процесса разворачивания. Поэтому, проектируемая модель имеет некоторую избыточность по исходным данным.

Сформулируем основные принципы построения модели.

- Объёмные фигуры в SimMechanics рисуются по координатам. Каждая система координат, расставляемая внутри блока Тела, отображает крайнюю точку объёмного тела при визуализации модели.
- В качестве начальной точки кинематической схемы примем точку (0,0,0) и совместим ее с шарнирным устройством (ШУ) штанги БС (Рис. 1).
- Направления осей мировой системы координат (World) среды проектирования примем по умолчанию [1].
- В качестве начального состояния всей конструкции примем «свернутое» состояние панелей БС.
- Каждое тело, которое необходимо включить в модель, будет описываться в его исходном состоянии, т.е. так, как оно выглядит в начальный момент времени.
- Альтернативным вариантом может быть описание панелей БС в «развернутом» конечном положении. Данный вариант несколько проще и нагляднее в описании, но проигрывает с точки зрения визуализации.

Для создания кинематической части модели необходимо использовать ряд блоков библиотеки SimMechanics [1], без которых модель не будет функционировать:

- блок Земли (Ground) без которого модель не будет иметь физической привязки к пространству;
- блок Окружения (Machine Environment), который описывает окружающие силы;
- блок Тела (Body), который является физической моделью, на которую воздействуют окружающие силы. Он также необходим для визуализации модели.

Помимо этих блоков, существует ряд вспомогательных, таких как блоки сочленений, распределённого окружения, которые дополняют объект моделирования для более точной визуализации объекта, приводят его в движение, а также оказывают дополнительное воздействие.

Модель КСБ состоит из штанги, рамы и пакета панелей (Рис. 1), которые необходимо смоделировать по отдельности. Для создания каждой модели необходимо составить индивидуальную схему, так как бы они находились в начальном положении.

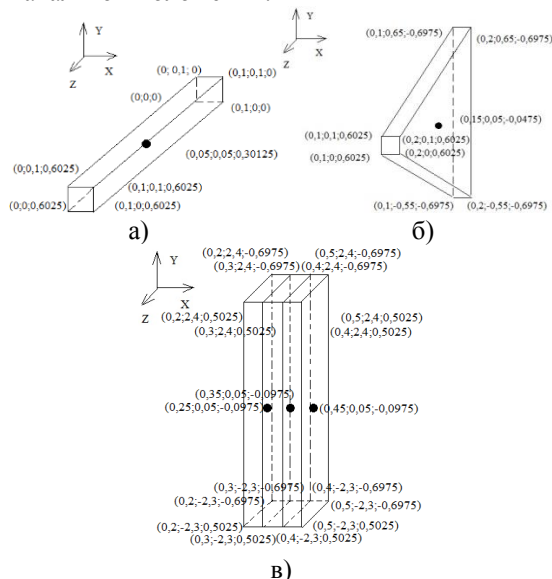


Рисунок 2 - Схемы элементов КСБ

На рисунках 2 а,б,в представлены схемы штанги, рамы и пакета панелей БС, соответственно, с описанием координат каждой точки элемента в пространстве моделирования.

Как видно из схем (Рис. 2 б,в), в ходе моделирования были внесены некоторые упрощения (рама является одним цельным блоком; не учтены зазоры между панелями солнечных батарей). Это связано с ограничениями среды моделирования.

В результате создания моделей каждого из элементов и их объединения получена модель, приведенная на рисунке 3, в которую для улучшения восприятия был добавлен имитатор части корпуса космического аппарата.

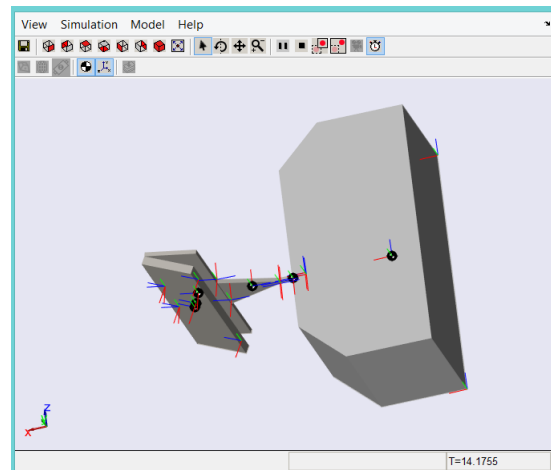


Рисунок 3 - Визуализированная модель КСБ с имитатором корпуса космического аппарата

Заключение

Представленный материал посвящен в основном решению задачи визуализации процесса раскрытия БС, для решения которой был принят компонентный подход к формированию модели в среде MatLab\Simulink\SimMechanics.

Вместе с тем, процедура разворачивания панелей достаточно сложна и содержит ряд эффектов, которые должны быть учтены в модели. В частности, это обеспечение синхронизации разворачивания штанги и рамы, учет физических ограничений на поворот элементов конструкции (элементы не могут проходить один через другой), задержка раскрытия панелей и т.п. Схемная реализация этих эффектов неоднозначна, а также свои ограничения вносит среда моделирования. Кроме того, в данной модели не учтено трение в шарнирных устройствах, что может повлиять на весь процесс отработки раскрытия КСБ.

Предварительный анализ показал, что все перечисленные задачи могут быть решены в рамках принятого компонентного подхода путем последовательного усложнения модели в сочетании с ее верификацией по результатам вычислительно эксперимента.

Список использованных источников

1. SimMechanics 2 User's guide. [Электронный ресурс]. — URL: <https://mecanismos2mm7.files.wordpress.com/2011/09/tutorial-sim-mechanics.pdf> (Дата обращения 25.10.2015 г.)