

## СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В SIMULINK

Майков С.А.

Научный руководитель: Воронин А.В., доцент, к.т.н.  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: sam10@tpu.ru

## VISUALIZE METHODS COMPARISON OF THE PHYSICAL MODEL IN SIMULINK

Maykov S.A.

Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D. Voronin A.V.  
Tomsk Polytechnic University  
Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050  
E-mail: sam10@tpu.ru

*В данной статье изложено сравнение методов визуализации модели элемента крыла солнечной батареи (КСБ) космического аппарата. Во введении доказываем важность использования моделирующей системы, а так же компонентного визуального моделирования. В первом пункте данной статьи показан процесс создания объекта, состоящего из нескольких элементарных фигур при помощи библиотеки SimMechanics первого поколения. Выделяются основные сложности и проблемы, с которыми может столкнуться разработчик в ходе её использования. Во втором пункте показан аналогичный процесс, но с применением библиотеки второго поколения. Выделяются достоинства более нового метода. В последнем пункте упоминается возможность применения САД-транслятора, который значительно упрощает процесс создания визуализированной модели. В заключении освещены ключевые моменты всей статьи.*

*This paper presents result of the visualize methods comparison of satellite's solar array wing part. Introduction shows the importance of component modeling. Firstly this paper describes the creation of complex object that consists of several simple figures with help of SimMechanics 1 generation library. Secondly we compare the older approach in previous part with SimMechanics 2 generation library and present its merits and demerits. Lastly we show the way to simplify the process of visualized model creation in Matlab with help of CAD-translator. In conclusion we highlight the main points of this paper.*

### 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.

### Моделирование при помощи библиотеки SimMechanics первого поколения

Данный метод, визуализации модели, подразумевает использование библиотеки SimMechanics 1 Generation, которая входит в состав основных библиотек Simulink. Существует необходимый минимум блоков для визуализации одного объекта: блок Заземления для привязки физической модели в пространстве, блок Тела, который является физической моделью.

В параметрах блока Тела (Рис. 1) можно задать массу, тензор инерции и так же, самое важное для визуализации, геометрию тела.

Для связи основных блоков Тел, используются блоки библиотеки сочленений (жёсткое, поступательное, вращательное и т.п.).

Основой в геометрии тела модели является Центр масс [1]. Данная точка определяет положение тела относительно мировой системы координат. Остальные точки (CS1, CS2,...) отвечают за сочленения с другими блоками (при выделении в ShowPort) или же геометрию тела. Подобным способом достаточно просто выполнить визуализацию цельных объёмных фигур. Проблемы возникают, при необходимости создать тело с отверстиями, либо полостями, что показано на примере создания рамы КСБ (Рис. 2), состоящей из нескольких элементарных фигур.

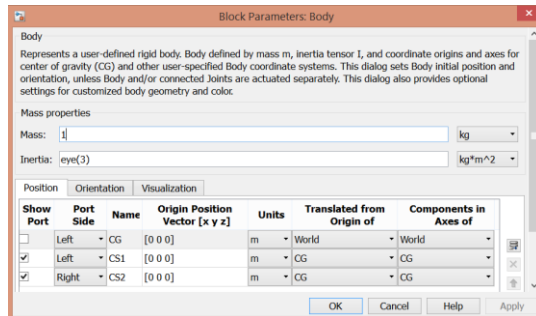


Рис. 1. Параметры блока Тела первого поколения

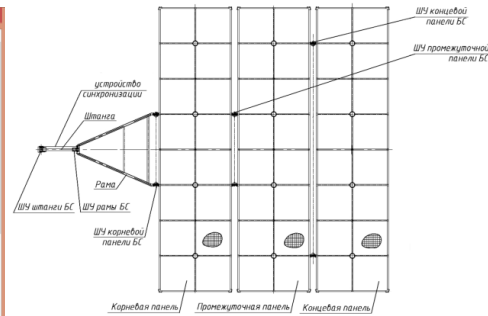


Рис. 2. Схема КСБ космического аппарата

Создавая модель одним блоком, существует возможность получения в виде аппроксимирующих многоугольников (Рис. 4), либо эквивалентных эллипсоидов. Для полостей, либо отверстий необходимо вносить в модель дополнительные сочленения и блоки Тел, которые будут отвечать за отдельную элементарную часть всего объекта. Увеличение количества используемых блоков значительно усложняет модель и негативно отражается на оптимизации, так как программе необходимо просчитывать большее количество точек одновременно.

Для перемещения в пространстве одного тела объекта, необходимо изменять каждую координату записанные в геометрию блока Тела. Данная проблема решается внесением переменных в необходимые координаты модели.

Другая проблема библиотеки SimMechanics первого поколения – создание сферических и цилиндрических фигур. Необходимо создавать отдельную функцию, которая будет описывать желаемую поверхность.

Show Port	Port Side	Name	Origin Position Vector [x y z]	Units	Translated from Origin of	Components in Axes of
<input type="checkbox"/>	Left	CG	[0.15 0.05 -0.0475]	m	World	World
<input type="checkbox"/>	Right	CS9	[0.15 0.05 -0.0475]	m	World	World
<input checked="" type="checkbox"/>	Left	CS1	[0.1 0.1 0.6025]	m	World	World
<input type="checkbox"/>	Left	CS2	[0.1 0 0.6025]	m	World	World
<input type="checkbox"/>	Left	CS4	[0.2 0.1 0.6025]	m	World	World
<input type="checkbox"/>	Left	CS3	[0.2 0 0.6025]	m	World	World
<input type="checkbox"/>	Right	CS5	[0.1 -0.55 -0.6975]	m	World	World
<input type="checkbox"/>	Right	CS8	[0.1 0.65 -0.6975]	m	World	World
<input type="checkbox"/>	Right	CS7	[0.2 0.65 -0.6975]	m	World	World
<input type="checkbox"/>	Right	CS6	[0.2 -0.55 -0.6975]	m	World	World

Рис. 3. Свойства блока Тела Рамы

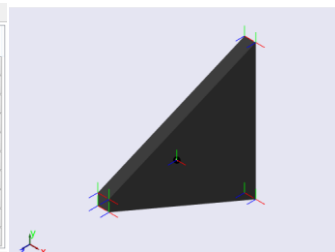


Рис. 4. Визуализированная модель рамы

### Моделирование при помощи библиотеки SimMechanics второго поколения

Основные проблемы, описанные в предыдущем разделе, исправлены в данной библиотеке, при этом используются главные достоинства. Разделение оболочки моделируемого объекта и системы координат центра масс даёт значительные преимущества. Теперь для того, чтобы переместить в пространстве объект

моделирования достаточно изменить значения жёсткой системы координат, к которой прикреплена модель. Изменение формы и размеров, так же сосредоточены в блоке Тела (Рис. 5), как и в первом поколении. Но возможность создавать сложные объекты при помощи элементарных фигур значительно упрощает моделирование, что показано на примере создания рамы КСБ (Рис. 6).

Полученная модель не несёт излишней нагрузки на обработку, каждой точки поверхности фигуры, а следит только за жёсткими системами координат, к которым прикреплены блоки тел.

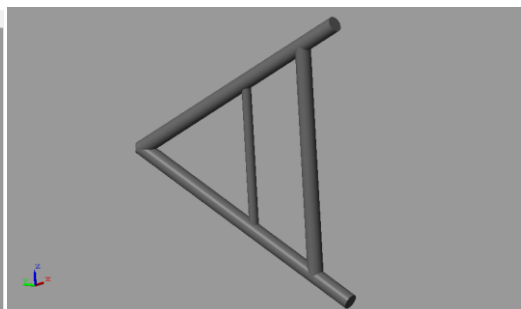
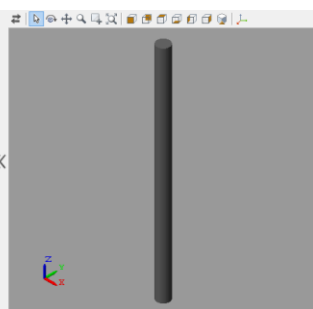
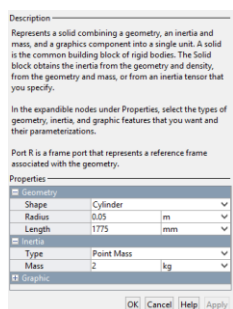


Рис. 5. Свойства блока Тела второго поколения

Рис. 6. Визуализированная модель рамы

### Использование САД-транслятора

Значительно более выгодной альтернативой по координатному моделированию библиотеки первого и использованию элементарных фигур второго поколения, является использование САД-транслятора для доступного перечня САД-программ [2]. Данный способ визуализации, интегрируем в библиотеки SimMechanics обоих поколений, что позволяет значительно упростить процесс создания желаемой модели, при помощи уже созданной в САД-среде [3]. Конвертированная модель полностью наследует графическое представление, а так же массогабаритные и инерционные характеристики деталей, если они были заложены разработчиком.

### Заключение

Библиотека SimMechanics первого поколения отличается достаточно простым по координатным моделированием физической модели, но оно ограничено созданием аппроксимирующих многоугольников, либо эквивалентных эллипсоидов.

Библиотека второго поколения, исправив основные проблемы первого поколения и используя основные его достоинства, позволяет достичь достойного уровня визуализации, значительно увеличивая наглядность созданной модели.

Альтернативой двум способам визуализации, является использование САД-транслятора, что значительно упрощает процесс моделирования, но при этом появляется необходимость в специальной подготовке и обучению работы в САД-среде.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SimMechanics 2 User's guide. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mecanismos2mm7.files.wordpress.com/2011/09/tutorial-sim-mechanics.pdf> (Дата обращения 14.03.2016 г.)
2. Simscape Multibody Link. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mathworks.com/help/physmod/smlink/index.html> (Дата обращения 14.03.2016 г.)
3. Тихонов К.М., Тишков В.В. SimMechanics Matlab как средство моделирования динамики сложных авиационных робототехнических систем // Электронный журнал «Труды МАИ», №41, 2010.