

Технические науки

УДК 681.513.3 - 681.513.2

Тимофеев Вячеслав Михайлович

руководитель дирекции ОЭС

АО «НПК Пеленгатор»

Никеев Дмитрий Дмитриевич

магистр физики, начальник отдела

программного обеспечения

АО «НПК Пеленгатор»

Никитин Владимир Георгиевич

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры аэрокосмических

измерительно-вычислительных комплексов

Санкт-Петербургский государственный

университет аэрокосмического приборостроения

Горкалов Степан Сергеевич

студент, бакалавр,

инженер-конструктор 3-й категории

Санкт-Петербургский государственный

университет аэрокосмического приборостроения

Timofeev V.M.

Head of the Directorate OES

АО «NPK Pelengator»

Nikeev D.D.

master of physics, head of software department

АО «NPK Pelengator»

Nikitin V.G.

Candidate of Engineering Sciences,

Docent, Associate Professor

Saint Petersburg State University

of Aerospace Instrumentation

Gorkalov S.S.

student, bachelor,

design engineer 3 category

Saint Petersburg State University

of Aerospace Instrumentation

**АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОПТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОЙ
ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**ALGORITHM DESIGN CONTROL SYSTEM OF ELECTRO OPTICAL
SYSTEM BASED ON THE THREE-DIMENSIONAL SOLID MODELS
AND PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELING**

Аннотация: В статье описан алгоритм проектирования автоматической системы управления оптической станции с использованием САПР программ. Изложены достоинства данного метода проектирования и показаны основные результаты для трехмерной твердотельной модели.

Ключевые слова: проектирование систем управления, система управления оптической станции, физико-математическое моделирование.

Summary: In the article the algorithm design automatic control system of electro-optical system using CAD software. Advantages of this method of designing and the base results for the three-dimensional solid models.

Key words: design system of optical station, control system of electro-optical system, physical and mathematical modeling.

В современном мире существуют задачи проектирования сложных систем. В силу специфики проектирования невозможно учесть все нюансы. Для предотвращения ошибок конструирования до этапа производства были разработаны вычислительные системы, которые позволяют существенно упростить проектирование различных механических систем с помощью физико-математического моделирования. Это значительно ускоряет и уменьшает затраты на этапе макетирования. Наиболее перспективным и инновационным считается система автоматизированного проектирования (CAD), на которой была создана виртуальная конструкторская модель системы. Для разработки системы автоматического управления и проверки

физических процессов, разработанного устройства, необходимо провести физическое моделирование. Для выполнения данной задачи используется программный комплекс имитационного моделирования.

Основное достоинство метода заключается в том, что трехмерное моделирование существенно превосходит по преимуществам линейное проектирование. Программа позволяет создать трехмерную модель, предоставляя наиболее подробное описание свойств объекта (масса, объем, моменты инерции), а также работать в виртуальном объемном пространстве, благодаря чему на самом высоком уровне происходит приближение компьютерной модели к облику будущего изделия. Процесс построения трехмерной модели основывается на формировании объемных геометрических элементов и выполнении разных операций между ними. Модель создается из шаблонных элементов (блоков), она подлежит редактированию путем добавления/удаления данных блоков или посредством изменения их характерных параметров. Используемая в среде имитационного моделирования библиотека предоставляет среду для трёхмерной симуляции многотельных механических систем. Это в объединение дает мощный аппарат для проектирования и моделирования сложных мехатронных систем.

Алгоритм проектирования включает в себя следующие пункты:

1. Создание деталей изделия в САПР программе.
2. Сборка деталей с требуемыми степенями свободы в САД программе (рис.1).
3. Экспорт сборки в рабочую среду программы моделирования(рис.2).
4. Математическое описание исполнительных элементов(рис. 3).
5. Моделирование и анализ результатов (Рис. 4).
6. Устранение выявленных недостатков в деталях и сборке в результате проделанного моделирования.

Рассмотренная оптическая станция состоит из двух частей: станции обнаружения и станции слежения. Станция обнаружения, представляет из

себя вращающуюся с постоянной скоростью платформу, состоящую из 6-ти объективов. Область контроля: 360° по азимуту, $-10..20^\circ$ по углу места. Станция обнаружения, сканируя область вокруг станции, выдаёт полноэкранное изображение за 1 с, таким образом вращается со скоростью $360^\circ/\text{сек}$ с темпом выдачи данных на каждый градус. Станция слежения, представляет из себя вращающиеся объективы, состоит из 3-х объективов. Область контроля: 360° по азимуту, $-20..50^\circ$ по углу места. Станция слежения последовательно наводится на все объекты, которые были замечены станцией обнаружения и сторонними источниками, для уточнения угловых координат и создания траектории объектов.

Была получена упрощенная трехмерная твердотельная модель оптической станции в САПР программе, с необходимыми степенями свободы.

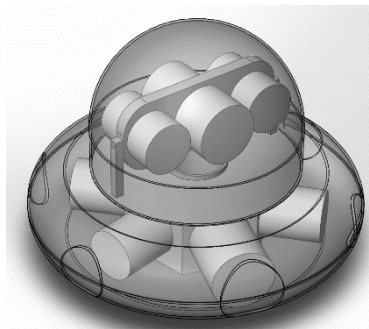


Рис. 1. Упрощенная модель оптической станции

Эта модель содержит в себе следующую информацию: положения центров масс деталей, ориентацию в пространстве каждой детали, массы деталей, форму деталей, тензоры инерции деталей, сопряжения деталей между собой.

На следующем этапе используется САД-транслятор, обеспечивающий создание динамических моделей механизмов в среде программы моделирования, на основе их твердотельных моделей, разработанных в САД системах. При применении САД-транслятора тензоры моментов инерции и присоединительные размеры передаются из САД-системы в среду программы моделирования без изменений, при этом, работоспособность

моделей проверяется в CAD-системе посредством установления правильных связей между деталями механизма [1, с. 4]. После экспорта в рабочую среду мы получаем следующую схему (рис. 2).

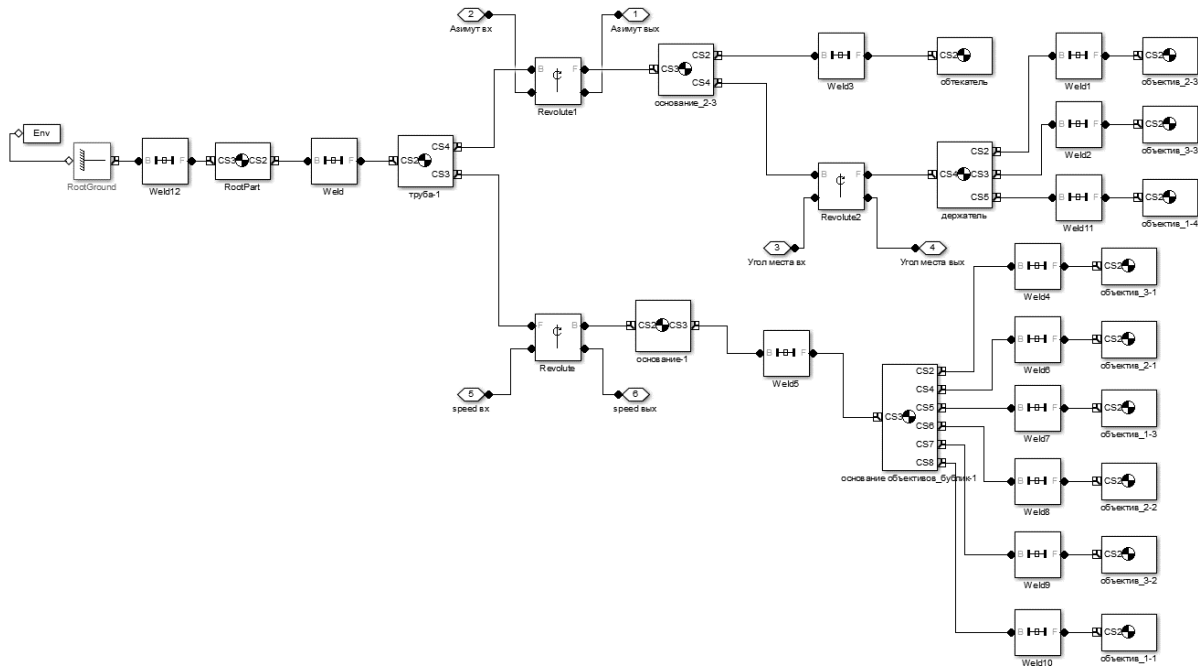

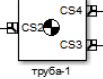
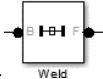



Рис. 2. Структурная схема блока «ОПТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ»

В структурной схеме блок Env задает вектор гравитации для всей системы, в данном случае $-9,81 \text{ м/с}^2$ по оси Y.  Блок RootGround отвечает

за начальные координаты объекта.  Блоки данного типа обозначают

саму деталь и содержат все ее характеристики, такие как масса, тензор инерции, положение в пространстве, цвет и форму.  Блок Weld

обозначает жесткое соединение ограничивающее любое движение между двумя блоками.  Блоки Revolute обеспечивают одну вращательную степень свободы между двумя деталями. Так же к блокам данного типа можно подключать блоки «JointActuator» для подключения приводов и «JointSensor» для получения выходных характеристик [2, с. 6-11].

На рисунке 3 представлена структурная схема системы управления оптической станцией.

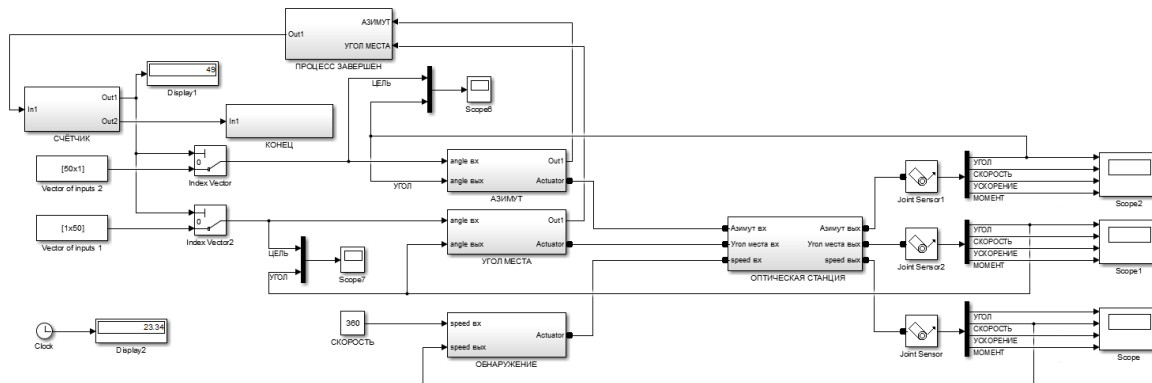


Рис. 3. Система управления оптической станцией

Выходной сигнал с блока СКОРОСТЬ поступает на блок ОБНАРУЖЕНИЕ. Блок ОБНАРУЖЕНИЕ математически описывает работу электродвигателя, используемого в системе.

Выходной сигнал с блока ОБНАРУЖЕНИЕ проходит через блок ОПТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ. Сигнал с блока JointSensor проходит через демультиплексор, преобразующий входной сигнал в сигналы: УГОЛ, СКОРОСТЬ, УСКОРЕНИЕ, МОМЕНТ. Сигнал СКОРОСТЬ поступает на блок ОБНАРУЖЕНИЕ для реализации обратной связи. Аналогично описывается работа по каналам азимута и угла места.

После описанного в данной работе принципа моделирования, генерируется анимация, которая визуализирует динамику заданной системы, согласно ее математическому описанию и трехмерной твердотельной модели. Так же имеется возможность получить графики переходных процессов для перемещений, скоростей, ускорений и моментов (рис.4).

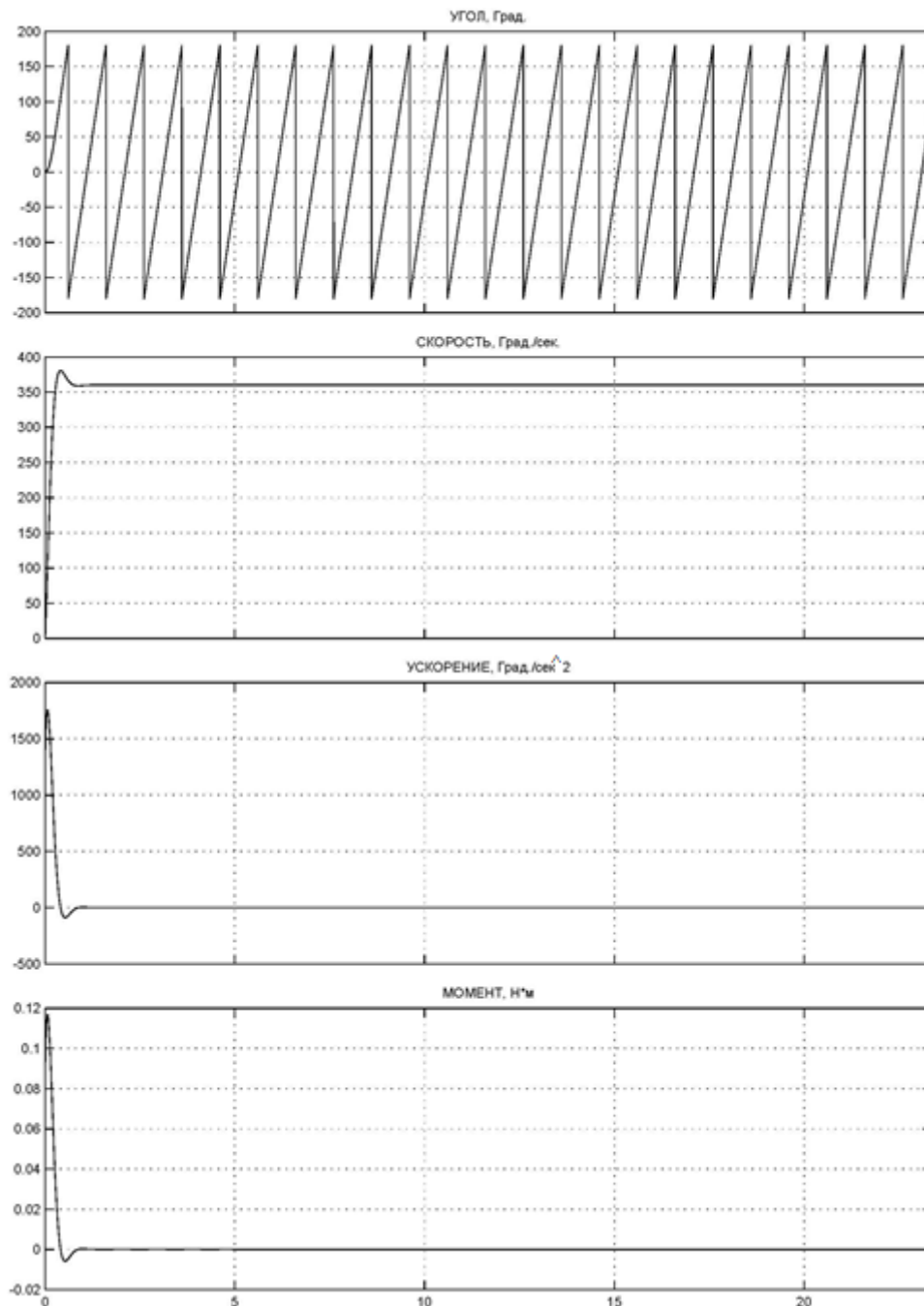


Рис. 4. Графики переходных процессов по углу, скорости, ускорению и моменту канала обнаружения

Предложенный метод моделирования на основе полученных динамических характеристик позволяет вносить изменения в конструкцию изделия до этапа производства, значительно ускоряя этап макетирования. Это способствует снижению денежных средств на дальнейших этапах, используя при этом программное обеспечение доступное и распространённое на предприятиях.

Литература:

1. Блинов О.В. Исследование механических систем в среде SimMechanics(MatLab) с использованием возможностей программ трехмерного моделирования. Методические указания / О.В. Блинов, В.Б. Кузнецов.: Иваново, 2012. —19 с.
2. Мусалимов В.М. Моделирование мехатронных систем в среде Matlab (Simulink/ Simmechanics). Учебное пособие / В.М. Мусалимов, Г.Б. Заморуев, И.И. Калапышина, А.Д. Перечесова, К.А. Нуждин.: СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 114 с.