

Добрый день.

Тема моей дипломной работы – моделирование управления группировками спутников.

Научным руководителем является Тимаков Сергей Николаевич.

Сначала сделаем краткое введение в проблему и ее актуальность в наше время. Затем сформулирую постановку конкретной задачи, которая была решена.

Для решения поставленной задачи был разработан и реализован алгоритм в пакете MatLab. Рассмотрим основные его этапы и принципы. Также будут представлены экспериментальные результаты в виде графиков.

В завершение сделаем краткие выводы.

Представленная работа посвящается исследованию управляемого движения группировки спутников. Космические технологии с каждым годом развиваются все стремительнее, спутники все активнее входят в сферы деятельности человека. А автономное управление групповым полетом спутников находится в центре внимания специалистов в области управления движением и навигации.

Так как одиночный даже высокооснащённый КА может решать лишь определенный спектр задач частного порядка или выполнять конкретные узкоформатные операции, становится очевидными необходимость и актуальность перераспределения задачи на группировку КА.

В связи с этим возникает проблема управления формацией спутников.

Предметом исследования данной работы является динамика управляемого движения группировки спутников, находящихся на орбитах близких к орбите реперного аппарата, который вращается по круговой орбите.

Задачей, решенной в моей научной работе является построение наблюдателя и исследования его сходимости для относительного движения аппаратов.

А так же исследование управляемого движения орбитальной группировки спутников.

Динамика движения каждого аппарата из группировки в данной работе описывается в системе координат Хилла неоднородными уравнениями Хилла-Клохесси-Уилтшира. Система координат выбрана так: ось X вдоль скорости, Y вдоль геоцентрического радиуса.

Рассматривается движение в плоскости орбиты реперного КА с учетом следующих ограничений: не учитывается эффект сжатия Земли и аэродинамическое сопротивление атмосферы.

Из уравнений можно видеть, что траекторией аппарата является эллипс, у которого большая полуось всегда меньше малой.

Переход к новым координатам осуществляется из-за удобства: первые две переменные отвечают за уход орбиты «активного» КА от начала координат, т.е. от опорного спутника, вокруг которого он вращается в орбитальной СК.

Вторая пара отвечает за параметры эллиптической орбиты «активного» аппарата.

Таким образом, новая система координат являет собой параметры относительного орбитального движения.

Требования, предъявляемые к наблюдателю: параметры матрицы W подбираются так, что бы матричное выражение при «кси-н» имело собственные значения по модулю меньше единицы, что является достаточным условием сходимости процесса.

Фильтр Калмана был выбран благодаря возможности итерационного решения задачи подбора коэффициентов для матрицы W наблюдателя.

Процесс сходится с максимальным по модулю собственным значением матрицы  $(A-WC)$  лежащим в диапазоне 0,8-0,9. Далее в соответствующие уравнения движения были внесены шумы для большего соответствия реальности. Шумы в модели появляются как из-за неточности измерений, так и в связи с лианеризацией решаемых уравнений Уилтшира-Клохесси, а так же в реальной ситуации присутствуют шумы окружающей среды, тоже вносящие некоторые погрешности.

(цифры взяты по рекомендации научного руководителя)

Управление движением пассивного аппарата строится следующим образом, задается область нечувствительности для параметров относительного орбитального движения. Управляющее воздействие производится только вдоль оси Oх. Управление разбивается на два несвязанных друг с другом случая: гашение векового ухода центра траектории аппарата в СК Хилла; сохранение геометрии эллипса путем удержания значения малой полуоси в заданном диапазоне.

График шумов. Результат работы фильтра Калмана. Мы видим, что шумы после фильтрации (красный) значительно снижены.

График обращения двух «активных» КА вокруг «пассивного». Оба аппарата имели начальный уход. Мы видим, что они быстро возвращаются на свои траектории. Которые в дальнейшем можно считать замкнутыми.

В данной работе исследован выбор методики построения наблюдателя, а так же построен наблюдатель. Исследован релейный закон управления относительным движением группировки спутников, находящихся на расстояниях порядка 2 и 5 км на орбитах близких к круговым. Построены модели для этих спутников. В подтверждение того, что задача моделирования решена и управление построено верно проведены расчеты и построены графики.