

А.В.Тихомиров - магистрант кафедры управления и информатики в технических системах
А. Ю. Кучмин (доц., к.т.н.) — научный руководитель

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРКАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА

Космические радиотелескопы (РТ) предназначены для исследования различных объектов вселенной в миллиметровом и инфракрасном диапазонах (от 20 мкм до 20 мм) как с ультравысокой чувствительностью (режим одиночного телескопа), так и со сверхвысоким угловым разрешением (в режиме интерферометра – до десятков миллиардных долей угловой секунды). Высокая чувствительность таких РТ достигается за счет теплового экранирования антенны и глубокого охлаждения телескопов и приемной аппаратуры с помощью криогенной установки¹.

Для выставления заданной формы и положения зеркальных поверхностей РТ после раскрытия антенны и для возможной их периодической коррекции, а так же для наведения на заданный источник излучения должна использоваться система адаптивного управления элементами зеркальной системы. При этом приводы системы адаптации космических РТ могут работать при температуре до 4°К. Следовательно, традиционные принципы построения системы адаптивного управления зеркальной системы на основе двигателей постоянного тока, либо асинхронных двигателей с цифровыми регуляторами на базе микроконтроллеров и промышленных вычислительных станций общего назначения в данном случае не могут быть использованы.

Разработка адаптивного опорно-поворотного устройства зеркальной системы (ЗС) РТ выполняется на базе исполнительных механизмов параллельной архитектуры и распределенной системы управления.

Наиболее известным примером механизма с параллельной кинематикой является гексапод или платформа Гью–Стюарта (рис. 1), которая состоит из двух пластин, шарнирно соединенных шестью поступательными парами. При изменении длины этих пар происходит пространственное перемещение верхней пластины относительно нижней.

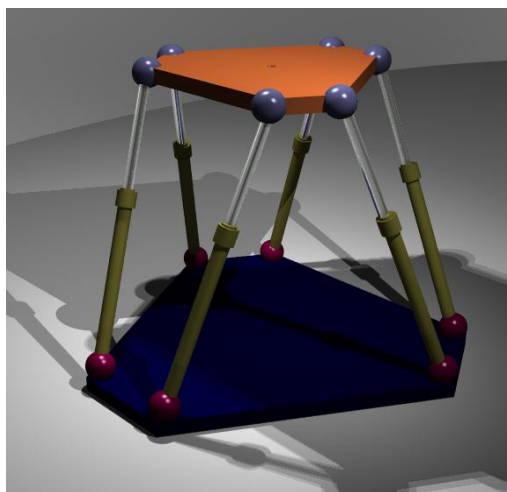


Рис. 1. Пример платформы Гью-Стюарта (гексапод)

Многосекционный гексапод должен иметь возможность воспроизводить следующие типы движений: растяжение/сжатие; изгиб в любой из плоскостей; поворот вокруг своей оси. Для выполнения всех этих требований необходимо, чтобы соседние звенья манипулятора обладали шестью степенями свободы: вращательными и поступательными степенями свободы по трем координатам.

¹ Дубаренко В.В., Коновалов А.С., Кучмин А.Ю. Математические модели механических систем как объектов управления // СПб, ГУАП. 2007г. 250с.

Для решения задачи построения модели многосекционного гексапода сначала необходимо построить модель одной секции. Основным отличием от классической модели гексапода будет являться подвижное основание гексапода.

Разработка оптимальной системы управления многомерным гексаподом будет проводиться исходя из требований обеспечения раскрытия и наведения ЗС в ходе эксплуатации космического радиотелескопа.

Для систем адаптации РТ обычно применяются следующие требования:

- для диапазона перемещений до 0.006 мм погрешность обеспечения заданного положения до 0.002 мм;
- для диапазона перемещений до 0.3 мм погрешность до 0.05 мм;
- для диапазона перемещений до 5 мм погрешность до 0.2 мм.

Развиваемые усилия на манипуляторе могут быть от нескольких грамм до нескольких сотен грамм. Диапазон рабочих температур может варьироваться от 4°K до 70°K. Поэтому двигатели приводов должны быть адаптированы к работе при сверхнизкой температуре и глубоком вакууме, что требует их специального исполнения и проведения дополнительных исследований и расчетов, в частности исследование динамики поведения элементов конструкции зеркальной системы при их линейных и угловых перемещениях, исследование трения и смазки подвижных узлов конструкции телескопа при температуре 4°K, расчет силовых и тепловых характеристик приводов, работающих в космосе при температуре 4°K.

Кроме того, работающие двигатели практически не должны влиять на температуру зеркальной системы РТ.

Задачей группового регулятора гексапода является выработка законов выдвижения штоков каждого актуатора с учетом быстродействия приводов актуаторов и инерции системы ЗС-гексапод. Необходимо рассчитать линейные и угловые ошибки перемещений, при этом законы изменения ошибок наведения от времени, должны учитывать динамику ЗС и приводов манипулятора.

Одной из важнейших задач проектирования системы управления ЗС РТ является задача выбора люфтов манипулятора. Отсутствие люфтов обеспечивает прецизионность позиционирования и высокую производительность.

Одним из преимуществ применения гексаподов является управляемый выбор люфта в шарнирах и редукторах актуаторов. Для этой цели в шарниры соседних актуаторов устанавливаются с некоторой базой h (рис. 2.). Не менее важной является и обратная задача – предотвращение заклиниваний гексаподов при движении по заданной траектории.

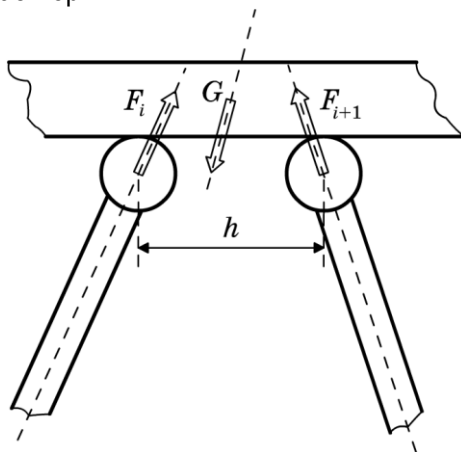


Рис. 2. Схема крепления шарниров и силы, действующие на гексапод

Таким образом, применение гексаподов в системах управления ЗС КРТ является перспективным направлением, однако для этого необходимо решить ряд вышеописанных задач.