При анализе системы в рассматриваемом режиме можно выделить три дополнительных типа погрешностей различной природы.

А именно, ошибки связанные с:

- несимметричностью.

- недокомпенсацией.

- неидеальностью исполнительных устройств.

Несимметричность.

При выводе уравнений динамики системы вводились предположения, что

А) тензор инерции дисковый

Б) каналы управления в плоскости диска идентичны.

Разумеется, в силу того, что данное приближение относится к идеальному случаю, на практике появится ошибка, связанная с неидеальностью этих характеристик.

Рассмотрим вопрос о неидеальности дискового тензора инерции:

Пусть тензор инерции имеет вид:

(Предположим, что начальные оси соответствуют главным осям инерции)

Тогда:

Если подставить этот тензор в уравнение… , получим

Схема квадрокоптера получается достаточно удачной за счет

Погрешность недокомпенсации:

Эксперимент.

Погрешность

Неидеальности исполнительных устройств:

В силу

Уравнение системы примет вид:

, причем в систему входят регулятор и двигатель.

Предположим, что в качестве математической модели двигателя можно с достачной долей достоверности выбрать апериодическое звено, а в качестве модели регулятора – ПИ регулятор.

Тогда замкнутая ПФ исполнительной системы имеет вид:

Для того, чтобы полностью избавится от явления переноса состояния между каналами, необходимо полностью подавить слагаемые, содержащие .

Как видно из уравнения в текущей системе такое управление невозможно, так как необходимо осуществлять управление сразу по всем параметрам состояния.

Это следствие недостатка конструкции исполнительной подсистемы, а именно того, что регулятор двигателя вынесен за рамки системы управления в отдельное устройство. Если бы мы могли менять интегральную составляющую регулятора в соответствии с изложенными соображениями, можно было бы полностью подавить явление переноса состояния, за счет подачи управляющего сигнала компенсации.

Аналогично можно поступить, если ПФ регулятора имеет более высокие порядки.

В случае, если ПФ двигателя имеет более высокий порядок, ситуация несколько хуже, в силу того, что невозможно непосредственно влиять на состояние механической системы. В случае выявления такой проблемы, требуется дополнительное исследование (возможно решение задачи АКОР)

Выводы.

Для подавления явления «переноса состояния» необходимо пересмотреть конструкцию аппарата, а именно, внести регуляторы двигателей в основную систему управления с тем, чтобы было возможно изменять интегральную составляющую регулятора