



Анализ данных экспериментальных зависимостей показал, что выходной сигнал с гироскопа имеет дрейф нуля, а выходной сигнал с акселерометра зашумлен.

Рассмотрим использование в данной системе комплементарного фильтра. Главная задача комплементарного фильтра состоит в том, чтобы нивелировать дрейф нуля гироскопа и ошибки дискретного интегрирования. На каждом шаге интегрирования мы корректируем интеграл угла наклона с помощью показаний акселерометра.

Комплементарный фильтр позволяет нам объединить сигналы получаемые с гироскопа и акселерометра, причем они представляют собой сумму интегрированного значения гироскопа и мгновенного значения акселерометра (рис.3).

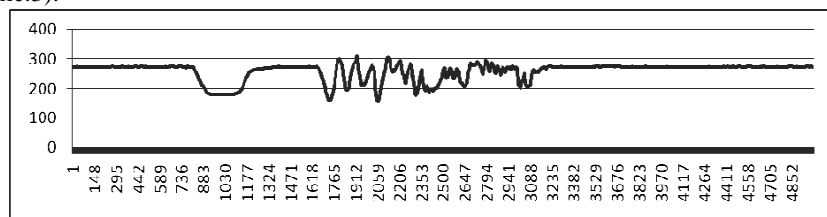


Рисунок 3 – Выходные данные после комплементарного фильтра

Фильтр Калмана использует динамическую модель системы (например, физический закон движения), известные управляющие воздействия и множество последовательных измерений для формирования оптимальной оценки состояния объекта. Алгоритм его работы состоит из двух повторяющихся фаз: предсказание и корректировка. В первой фазе рассчитывается предсказание состояния в следующий момент времени (с учетом неточности их измерения). Во второй фазе, новая информация с датчика корректирует предсказанное значение с учетом неточности и зашумленности (рис.4).

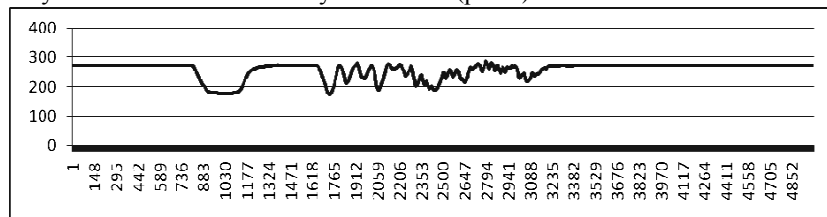


Рисунок 4 – Выходные данные после фильтра Калмана

Сглаживающий фильтр является самым простым примером фильтрации, причем фильтр делает анализ по трем точкам и из трех полученных значений высчитываем среднее (рис. 5).

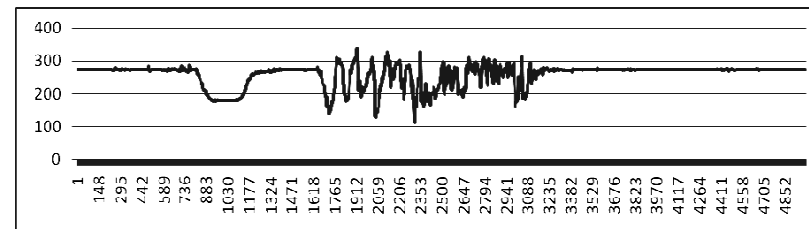


Рисунок 5 – Выходные данные после сглаживающего фильтра

Проведенный анализ методов фильтрации показал, что наилучшие результаты дает комплементарный фильтр, потому что он достаточно точно обрабатывает данные, о реальном состоянии объекта, так как он объединяет данные с акселерометра и гироскопа.

Литература

1. Федоров Д.С. Использование измерительной системы MPU 6050 для определения угловых скоростей и линейных ускорений. / Д.С.Федоров, А.Ю. Ивойлов, В.А. Жмудь, В.Г. Трубин. // Автоматика и программная инженерия 2015. № 1. – С. 75–78.
2. Великанова Е.П. Адаптивная фильтрация координат маневрирующего объекта при изменениях условий передачи в радиолокационном канале. / Е.П. Великанова, Е.П. Ворошилин // Доклады ТУСУРа 2012. № 2. С. 29-34.

С.В. Борjak, А.Е. Шаралапов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ PID РЕГУЛЯТОРА ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ДВУХКОЛЕСНЫХ БАЛАНСИРУЮЩИХ РОБОТАХ

(Пензенский государственный университет)

В настоящее время набирают популярность двухколесные балансирующие роботы, которые используются как в научных целях для отработки алгоритмов управления неустойчивой системой, так и в коммерческих целях (балансирующие роботы типа «Сигвей» и офисные роботы Emiew). В данных роботах используются различные регуляторы, которые позволяют обеспечивать балансировку объекта.

Все двухколесные балансирующие устройства независимо от своих габаритов и веса для описания динамических характеристик используют классические математические уравнения. С целью упрощения разработки управляющих регуляторов и алгоритмов управления необходимо создать математическую модель объекта с возможностью её подстройки под конкретный балансирующий робот.



На рис. 1 изображена схема балансирующего робота, которая представляет собой по своей структуре перевернутый маятник на колесе. При этом считаем, что данная конструкция движется без трения. Маятник представляет собой массу m_p отклоненную от вертикали на угол Q , прикрепленную на невесомом стержне длины L к колесу, при этом колесо считается кольцом радиуса r и массой m_w . На колесо действует момент двигателя M_k , поворачивающий колесо на угол z от его начального положения.[1]

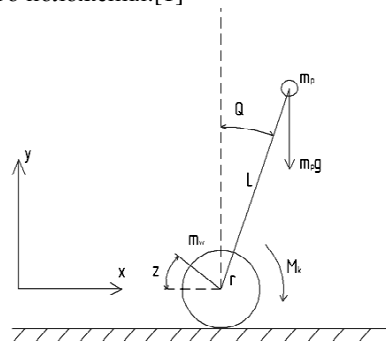


Рисунок 1 –Схема балансирующего робота

Данную систему описывают следующие математические уравнения:

$$\begin{aligned} r \cos(Q) L m_p + r^2 (m_p + 2m_w) \ddot{z} - r \sin(Q) Q^2 L m_p &= M_k \\ \ddot{z} \cos(Q) L m_p r - m_p g L \sin(Q) + 2m_p L^2 \ddot{Q} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

На основании данных математических уравнений (1), которые описывают динамические характеристики балансирующего робота, была составлена модель в среде Simulink пакета Matlab.

На рис. 2 представлена блок схема математической модели балансирующего робота в среде Simulink.

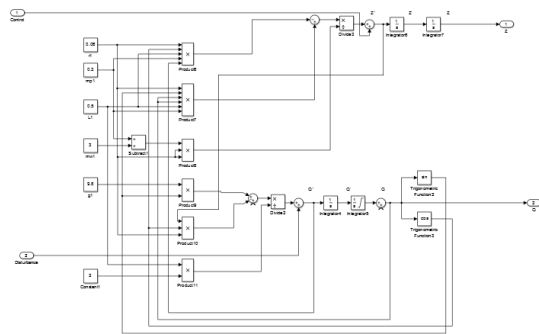


Рисунок 2 – Модель балансирующего робота



Для проверки поведения системы на её вход было подано единичное воздействие в результате чего система потеряла устойчивость (рис.3)

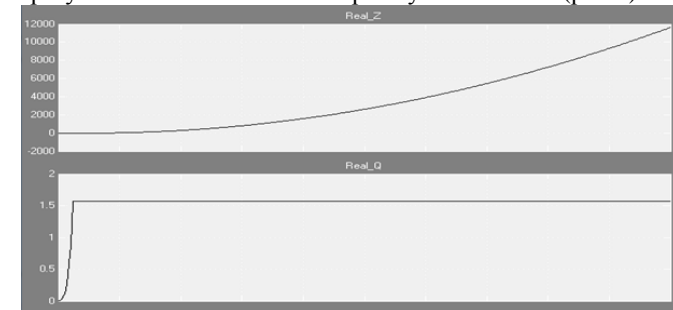


Рисунок 3 - Поведение системы при единичном воздействии

Real_Z - линейное перемещение;

Real_Q – угловое перемещение.

Для удержания маятника в перевернутом положении необходимо включить в обратную связь системы два PID регулятора(рис.4).

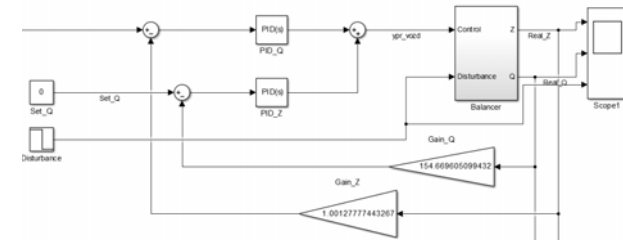


Рисунок 4 – Схема включенияPID регуляторов

На рис.5 представлены переходные характеристики системы с PID регулятором, где верхняя (линейная) а нижняя (угловая).

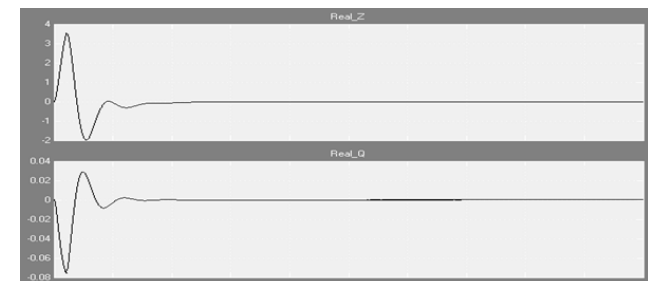


Рисунок 5 – Характеристики системы с ПИД регуляторами

