

Труды Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии»

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).



Рисунок4 – 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).



International Scientific Conference Proceedings PIT 2016 "Advanced Information Technologies and Scientific Computing"



Рисунок5 – 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. Боряк, А.Е. Шаралапов

МАТЕМАТИЧЕСКАЙ МОДЕЛЬ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ PID РЕГУЛЯТОРА ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ДВУХКОЛЕСНЫХ БАЛАНСИРУЮЩИХ РОБОТАХ

(Пензенский государственный университет)

В настоящее время набирают популярность двухколёсные 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 управлениянеобходимо создать математическую модель объекта с возможностью её подстройки под конкретный балансирующий робот.



Труды Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии»

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 г 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:

$$rcos(Q)Lm_p + r^2(m_p + 2m_w)\ddot{z} - rsin(Q)Q^2Lm_p = M_k$$
$$\ddot{z}\cos(Q)Lm_vr - m_pgLsin(Q) + 2m_pL^2\ddot{Q} = 0$$

(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



International Scientific Conference Proceedings PIT 2016 "Advanced Information Technologies and Scientific Computing"

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 воздействие

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 включения PID регуляторов

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



Рисунок 5 – Характеристики системы с ПИД регуляторами



В результате проведенной работы было выявлено, что полученная математическая модель позволяет настроить систему с PID регулятором, которая обеспечит качественную стабилизацию положения балансирующего робота.

Литература

1. Воевода А.А. О модели перевернутого маятника / А.А. Воевода, Е.В. Шоба // сб. науч. тр. НГТУ - 2012. – № 1. – С. 3–14.

Д.А. Будаговский

УЛУЧШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОМ РОТАЦИОННОМ СТЕНДЕ С ПОМОЩЬЮ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Пензенский государственный университет)

Целью лабораторных испытаний с применением ротационных стендов является проверка способности изделий выполнять свои функции в процессе воздействия линейных ускорений или выдерживать условия испытаний. Испытания могут также использоваться для оценки качества конструкции и структурной прочности элементов.

Точность поддержания ускорения существенно влияет на выбор конструкции и определяет точность изготовления отдельных узлов центрифуги. Точность поддержания ускорения зависит от ряда факторов и прежде всего от системы привода: привод может быть с переменной угловой скоростью и постоянной погрешностью поддержания ускорения или с переменной погрешностью, уменьшающейся при уменьшении угловой скорости. На точность поддержания ускорения влияет также изменение напряжения и частоты сети.

Одним из перспективных типов приводов для ротационных стендов является асинхронный электропривод с векторным управлением, в котором реализуется принцип ориентации векторных переменных относительно друг друга. В частности, широкое распространение получила ориентация токов и напряжений относительно вектора потокосцепления ротора. Ориентация обеспечивает раздельное (независимое) управление моментом и потокосцеплением в динамических и статических режимах работы привода [1].

Уравнения статорной цепи при векторном управлении [2] принимают вид

$$\left(\begin{array}{c} U_{Sd} = (L_m + L_{\sigma S}) \frac{dI_{Sd}}{dt} + R_S I_{Sd} - \omega \left(L_{\sigma S} + \frac{L_m L_{\sigma R}}{L_m + L_{\sigma R}} \right) I_{Sq} \\ U_{Sq} = \left(L_{\sigma S} + \frac{L_m L_{\sigma R}}{L_{\sigma R} + L_m} \right) \frac{dI_{Sq}}{dt} + R_S I_{Sq} + \omega (L_m + L_{\sigma S}) I_{Sd} \end{array} \right)$$

На основе этих уравнений была разработана Simulink – модель электропривода ротационного стенда с векторным управлением, приведённая на ри-



International Scientific Conference Proceedings "Advanced Information Technologies and Scientific Computing"

сунке 1. Результаты показаны на рис. 2-3. Слева – угловая скорость (синяя линия) и момент (зеленая линия), справа – статорные токи. Бросается в глаза различие по времени переходного процесса.



Рис. 1. Simulink-модель ротационного стенда с векторным управлением



Рис. 3. Результат применения векторного управления