

УДК 681.51

А.К. Федоров, студент гр. ПГ-01мп, к.т.н., доцент. Мироненко П.С.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

КЕРОВАНА МОДЕЛЬ НЕСТІЙКОГО МАЯТНИКА

Анотація. Побудовані і досліджені бажані режими роботи нестійкого маятника. Закони зміни напруги керування, при яких реалізується стійке положення нестійкого маятника, синтезуються у вигляді зворотних зв'язків.

Ключові слова: перевернутий маятник, нестійкий об'єкт, оптимальне управління, динамічний регулятор, спостерігач стану.

ВСТУП

На сьогоднішній день в багатьох дослідженнях поводження нестійкого маятника розглядається тільки проблема його стабілізації, а проблемам траєкторного управління приділялося менше уваги. Управління рухом по заданій траєкторії для механічних систем цього типу досить складна проблема, для якої ще існує багато відкритих невирішених завдань.

На практиці, траєкторне управління є не менш важливим, ніж проблема стабілізації, тому що виникає необхідність не просто вирішити тривіальну задачу переміщення з однієї точки в іншу, але при цьому система повинна також точно рухатися по заданій траєкторії. Рух по зазначеній траєкторії може бути необхідний для того, щоб уникнути перешкод або задовольнити іншим вимоги, які пред'являються для переміщення системи. Проблему траєкторного управління можна вирішити шляхом накладення додаткових вимог до траєкторії, яку потрібно відстежити.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження в даній роботі є розроблена та виготовлена фізична модель перевернутого маятника.

Метою роботи є розробка системи управління перевернутим маятником з подальшою оптимізацією параметрів об'єкта управління і дослідженням процесів в системі при русі по заданій траєкторії.

У роботі була спроектована і побудована модель нестійкого маятника та вирішена задача стабілізації механізму щодо гладкого відрізка заданої траєкторії. Запропоновано алгоритм управління траєкторних рухом, який усуває помилку відхилення механізму від заданих параметрів. Отримані в роботі результати можна рекомендувати до використання в системах управління двоколісних механічних систем різної конструкції, які повсюдно представлені в якості двоколісного транспорту пересування. Наведене в роботі узагальнення на використання алгоритму управління в тривимірному просторі можуть бути корисні при синтезі регуляторів для повітряних і підводних апаратів. Це актуально у військовій сфері, для підвищення характеристик новітніх систем.

В роботі в прикладному плані розглядається задача стабілізації перевернутого маятника при впливі одного керуючого моменту.

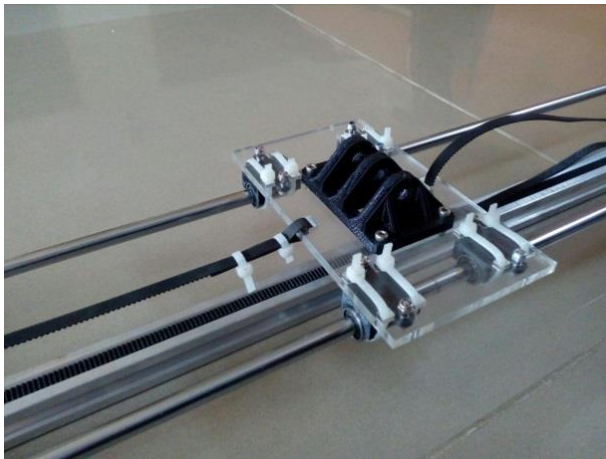


Рис.1. Керована платформа маятникової системи



Рис. 2. Перевернутий маятник на рухомій платформі

Проектування системи управління перевернутим маятником включало розробку регулятора стану з подальшою оптимізацією параметрів об'єкта управління. В якості регулятора стану розглядається модальний регулятор. Модальне керування відноситься до кореневих методів синтезу лінійних систем автоматичного управління. При малих відхиленнях маятника лінійний регулятор стану забезпечує стійкість положення рівноваги. Варто відзначити, що при використанні в якості регулятора стану оптимального регулятора процеси в системі аналогічні тим, що відбуваються в ході використання модального регулятора. Для дослідження основних показників системи, в першу чергу початкового кута відхилення маятника, була проведена побудова і оптимізація нечіткого регулятора за допомогою засобів математичного пакета MATLAB для дволанкової маятникової системи з використанням ANFIS-технології. Схема взаємодії функціональних вузлів керованого маятника представлена на рис.3.

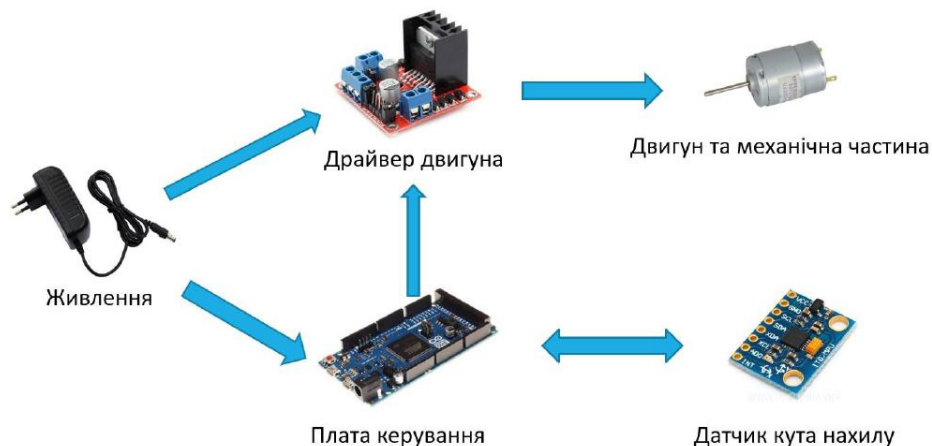


Рис. 3. Схема взаємодії функціональних вузлів керування маятником

Основними вимогами до характеристик функціональних елементів при виборі вимірювального пристрою були: здатність до виміру кута нахилу з необхідною точністю, доступність та масогабаритні характеристики. Для використання в макеті був обраний вимірювальний модуль GY-521, що має в своєму складі як акселерометр так гіроскоп. Мікросхема MPU6050 є головним елементом модуля. MPU6050 була закріплена у верхній точці перевернутого

маятника.

За допомогою цього датчика вимірюється кут відхилення маятника щодо вертикалі. При цьому акселерометр представляє собою пристрій, який вимірює проекцію уявного прискорення, тобто різницю між істинним прискоренням об'єкта та гравітаційним.

В роботі представлена загальна математична модель системи. За допомогою даної моделі можливе подальше дослідження подібних моделей з іншими параметрами об'єкта управління.

Для моделювання нестійкого маятника в процесі дослідження була також розроблена комп'ютерна модель системи в середовищі Matlab та Simulink. Для формування системи управління обрані модальний і оптимальний регулятор, що містять кожен по 4 зворотні зв'язки по повному вектору змінних стану. Так як в системі змінних стану мали місце змінні, безпосереднє вимірювання яких представляє складність, в роботі проведений синтез спостерігача пристрою. Основною метою синтезу модального і оптимального регуляторів було забезпечення стійкого перехідного процесу та дослідження якості управління маятником системою для оцінки точності регуляторів.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено експериментальне і теоретичне дослідження чутливості системи, що складається з рухомої платформи та перевернутим маятником на ній, до змін параметрів об'єкта. Зроблено висновок про точність побудованих регуляторів. При варіюванні параметрами об'єкту і регуляторів знайдені оптимальні значення параметрів системи керування, при яких спроектований перевернутий маятник стає стійким і відповідає вимогам до перехідного процесу при досить великому (до 300) початковому значенні кута відхилення маятника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Андрієвський Б.Р. Глобальна стабілізація нестійкого маятника з маховичним рівнянням / Б.Р. Андрієвський // УБС. – 2009. – 24. – С. 258-280.
- [2] Колесников А.А. Метод синтеза системы управления перевернутым маятником с инерциальным маховиком / А.А. Колесников // Вестник ДГТУ, № 3-4, (72 – 73), с.64 – 71, 2013.
- [3] Панкин Д. А. Исследование комбинированных методов управления нелинейными неустойчивыми механическими объектами / Д. А. Панкин, Н. В. Жукова // Наукові праці Донецького національного техн. університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація, –2009. –16. –ст. 7-13.

Наук. керівник – к.т.н., доцент. Мироненко П.С.