вектора **Bx**, а точки переключения управлений системы – точки перемены знака элементов **Bx**. Если i-я компонента вектора **Bx** больше нуля, то $u_i(t) = u_{\max_i}$, а если она меньше нуля, то необходимо положить, что $u_i(t) = u_{\min_i}$.

Канонические уравнения для системы (1), (3) имеют вид

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= \frac{\partial H}{\partial \mathbf{y}} = \mathbf{UBx}, \quad \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0, \\ \dot{\mathbf{y}} &= -\frac{\partial H}{\partial \mathbf{x}} = -\mathbf{Ax} - \mathbf{y}'\mathbf{UB}, \quad \mathbf{y}(t_1) = 0. \end{aligned} \tag{7}$$

Тогда решением исходной задачи будет решение двухточечной краевой задачи (7) с n условиями, заданными на левом конце и n условиями, заданными на правом, которое в работе было найдено аналитически.

Выводы. В работе была поставлена и решена задача оптимального управления динамическими системами с квадратичным функционалом качества. Решение задачи осуществлялось с помощью релейного управления в рамках принципа максимума Понтрягина.

Литература:

1. Брайсон А., Хо Ю-Ши Прикладная теория оптимального управления. – М.: «Мир», 1972. – 544 с.
2. Дискретизация и численная идентификация дифференциально-игровых моделей макроэкономической динамики / Васильев А. А., Назаренко А. М.// Вестник Харк. нац. ун-та., – 2006. – № 733. Сер. "Математическое моделирование. Информационные технологии. Автоматизированные системы управления". – С. 67-78.
3. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М.: Прогресс, 1975. – 607 с.

РОЗРОБКА СУПУТНИКІВ З МАЛИМИ РОЗМІРАМИ (МАСОЮ МІКРОСУПУТНИКІВ)

Василенко С.О., студ. гр. ПМ-21

Використовуючи досягнення сучасної техніки стало можливим поміщати на борту мікросупутників з малою вагою великий (за значенням) комплекс апаратури, що забезпечуватиме необхідні умови для їх діяльності.

Мікросупутниками (МС) називають космічні апарати (КА), які мають вагу від декількох десятків до декількох сотень кілограмів.

Під керуванням орієнтацією МС мається на увазі формування керуючих моментів, які забезпечують задану цілеспрямовану зміну положення пов'язаної з корпусом МС правої ортогональної системи координат (СК) $0x_1x_2x_3$ з початком в його центрі мас (зв'язаного базису X) відносно деякої опорної СК $0x_1^*x_2^*x_3^*$ (опорного базису X^*). Одним із найбільш розповсюджених видів такого цілеспрямованого руху являється суміщення зв'язаного базису X з опорним базисом X^* і наступне утримання його в цьому положенні з заданою точністю.

Орієнтація цих базисів відносно базису X визначається співвідношеннями

$$X = S(\Lambda_i)X_{G_i}, (i = \overline{1,N})$$

Вважається, що осі обертання роторів ЕМД співпадають з осями $0_i x_{G_i}$. При цьому в матрицях $S(\Lambda_i)$ повинен бути заданий лише стовпчик $s_1(\Lambda_i)$, який визначає направляючі косинуси осей обертання роторів у базисі X.

Сумарний кінетичний момент H всіх ЕМД, заданий в базисі X, визначається за формулою

$$H = Gh \tag{1}$$

Тут $G = [s_1(\Lambda_1),...,s_1(\Lambda_N)]$ - матриця, елементами стовпців якої є направляючі косинуси осей обертання роторів ЕМД в базисі X.. Підставляючи у вищезгадані рівняння маємо:

$$J\omega + Gh + \varpi(Gh + J\omega) = M$$

де J - тензор інерції МС разом з N "вмороженими" ЕМД в початку 0 базисів X і X^*.

Рівняння, які описують динаміку зміни власних кінетичних моментів h роторів у базисах X_{G_i}, отримуємо використовуючи теорему про зміну моменту кількості руху до повних кінетичних моментів роторів і мають вигляд

$$J_g G^T \dot{\omega} + \dot{h} = m \tag{2}$$

де $m^T = (m_1,...,m_N)$, $m_i = -D_g h - M_{Tg} sign h_i + m_{DM_i}$ - моменти , прикладені до осей обертання роторів, D_g і M_{Tg} - коефіцієнти моментів сил в'язкого і кулонівського тертя , m_{DM_i} - керуючий момент , створюваний i -м ЕМД.

Рівняння (1), (2) повністю визначають рух механічної системи , яка складається із несучого твердого тіла (МС) і N ЕМД.

Таким чином , математична модель керованого обертового руху МС з довільно-надлишковою просторовою схемою розміщення ЕМД описується системою звичайних диференціальних рівнянь (1), (2). При цьому в якості керування розглядається вектор моментів $m_{DM} = (m_{DM_1},...,m_{DM_N})^T$, що створюється ЕМД.

У формі Коші рівняння (1), (2) мають вигляд

$$\begin{cases} \dot{\omega} = \tilde{J}^{-1}\left[M - \tilde{\tilde{F}}(\omega,h) - Gm(h,m_{DM})\right], \\ \dot{h} = -J_g G^T \tilde{J}^{-1}\left[M - \tilde{\tilde{F}}(\omega,h)\right] + \left(I_N + J_g G^T \tilde{J}^{-1} G\right) m(h,m_{DM}), \end{cases}$$

де $\tilde{J} = J_g G G^T$, $\tilde{\tilde{F}}(\omega,h) = \varpi(Gh + J\omega)$, $m^T(h,m_{DM}) = \left[m_1(h_1,m_{DM_1}),...,m_N(h_N,m_{DM_N})\right]$.

Література

1. Абалкин В.К., Аксенов Е.П. и др. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике. - М.: Наука, 1976.-435с.
2. Бранец В.Н., Шмыглевский И.П. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела.–М.: Наука, 1976.- 320 с.
3. Кошляков В.Н.Задачи динамики твердого тела и прикладной теории гироскопов.- М.:Наука, 1985.-288 с.