

**Идентификация параметров и создание
модели лабораторного стенда для изучения
систем управления положением
сферического объекта на плоскости**

каф. САУ
Лукичев А.Н., Руднева Т.П.,
Сагаян Т.М.

Санкт-Петербург, 2017

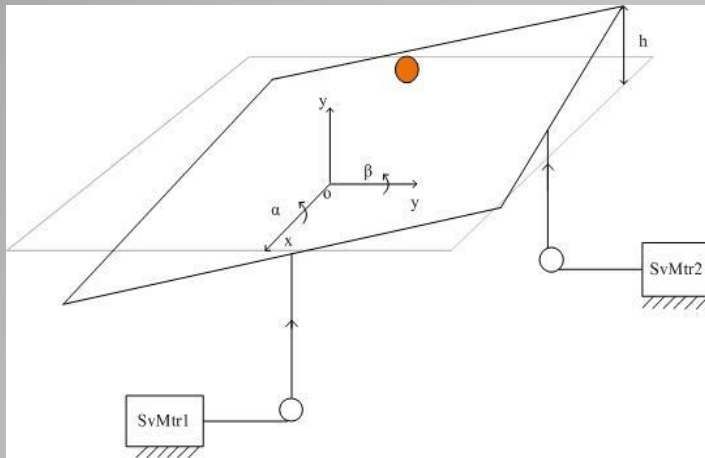
Цель:

разработка лабораторного стенда предназначенного для изучения систем стабилизации сферического объекта на подвижной плоскости

Задачи:

- составление математического описания*
- идентификация и верификация параметров*
- создание компьютерной модели*

Кинематическая схема и трехмерная модель объекта



$$Q_x = -mg \sin \alpha + f_x, Q_y = -mg \sin \beta + f_y$$

$$Q_\alpha = \tau_x - mgx \cos \alpha, Q_\beta = \tau_y - mgy \cos \beta$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} - \frac{\partial L}{\partial q_k} = Q_k$$

$$T_{ball} = \frac{1}{2} \left[\left(m + \frac{I_b}{r^2} \right) (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + I_b (\dot{\alpha}^2 + \dot{\beta}^2) + m (x\dot{\alpha} + y\dot{\beta})^2 \right]$$

$$T_{plate} = \frac{1}{2} \left[(I_{px} \dot{\alpha}^2 + I_{py} \dot{\beta}^2) + \left(m + \frac{I_b}{r^2} \right) (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + I_b (\dot{\alpha}^2 + \dot{\beta}^2) + m (x\dot{\alpha} + y\dot{\beta})^2 \right]$$

$$V_x = mgx \sin \alpha, V_y = mgy \sin \beta$$

$$\left(m + \frac{I_b}{r^2} \right) \ddot{x} - mx\dot{\alpha}^2 - my\dot{\alpha}\dot{\beta} + mg \sin \alpha = 0$$

$$\left(m + \frac{I_b}{r^2} \right) \ddot{y} - mx\dot{\beta}^2 - my\dot{\alpha}\dot{\beta} + mg \sin \beta = 0$$

$$(I_{px} + I_b + mx^2) \ddot{\alpha} + 2mx\dot{\alpha} + mxy\dot{\beta} + mxy\dot{\beta} + mxy\ddot{\beta} + mgx \cos \alpha = \tau_x$$

$$(I_{py} + I_b + my^2) \ddot{\beta} + 2my\dot{\beta} + mxy\dot{\alpha} + mxy\dot{\alpha} + mxy\ddot{\alpha} + mgy \cos \beta = \tau_y$$

Параметры системы

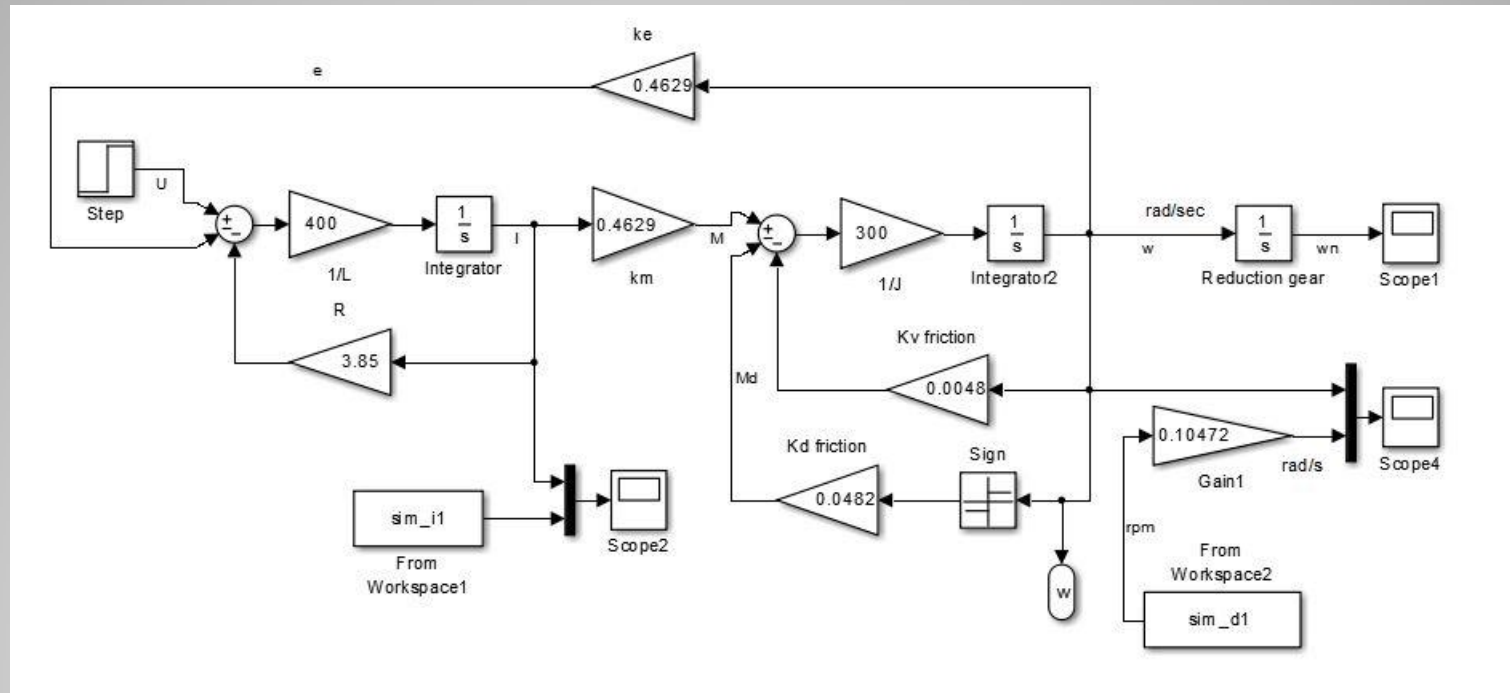
Параметр	Значение
α, β	углы м/д плоскостью и горизонтальной поверхностью
τ_x, τ_y	крутящие моменты
$q_1 = x, q_2 = y, q_3 = \alpha, q_4 = \beta$	обобщенные координаты
Q	обобщенная сила
f_x, f_y	сопротивление движения
\mathcal{L}	определение кинетической и потенциальной энергий
m	масса сферического объекта
I_b	инерция сферического объекта
I_{px}, I_{py}	инерции подвижной плоскости осям x и y

Математическое описание двигателя постоянного тока и его параметры

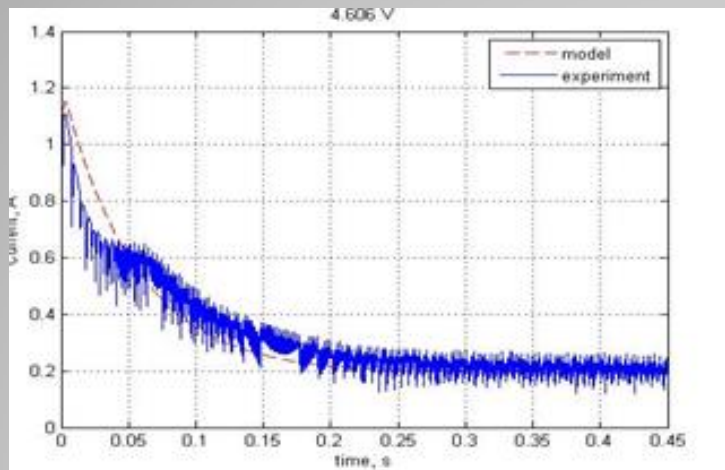
$$\begin{cases} U_x = R_x I + L_x \frac{dI}{dt} + c_E \omega \\ M = c_M I \\ M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} \\ M_c = k_{cm} \omega + M_{cm} \text{sign}(\omega) \end{cases}$$

R, О м	L, мГн	Im ах, А	Mm ах, кг*с м	св, В*с/ра д	сМ,Н/А	J, кг*м ²	квд, Н*с/ м	M св, Н
2	1.235	1.2	6.7	0.138	0.138	0.0033	4.36	2.1

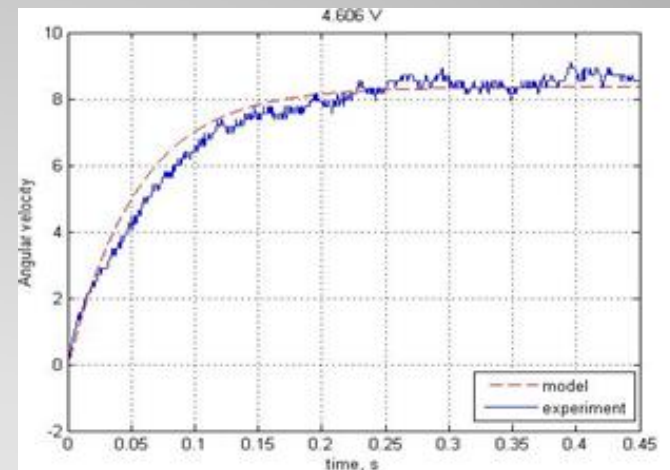
Структурная схема ДПТ в Matlab/Simulink



Верификация параметров сервопривода



Переходная характеристика по току



Переходная характеристика по скорости

Выводы:

- *разработанный лабораторный стенд позволяет изучать различные системы управления, путем изменения компьютерной модели*
- *процессы, отражающие динамику системы, могут быть верифицированы*
- *система управления может быть выполнена на реальном объекте с минимальной доработкой*

Спасибо за внимание!