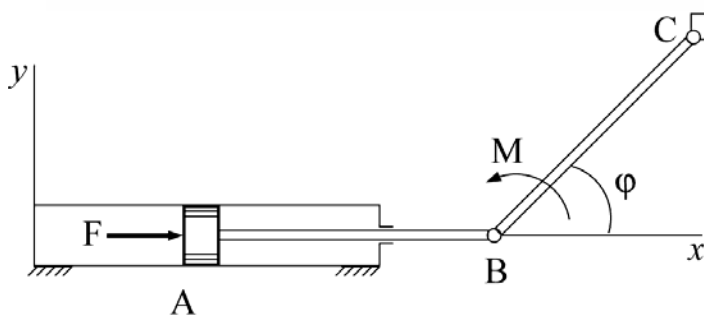


1. Задача позиционирования манипулятора в заданном положении. Уравнения малых колебаний около положения равновесия

Задача 1.1



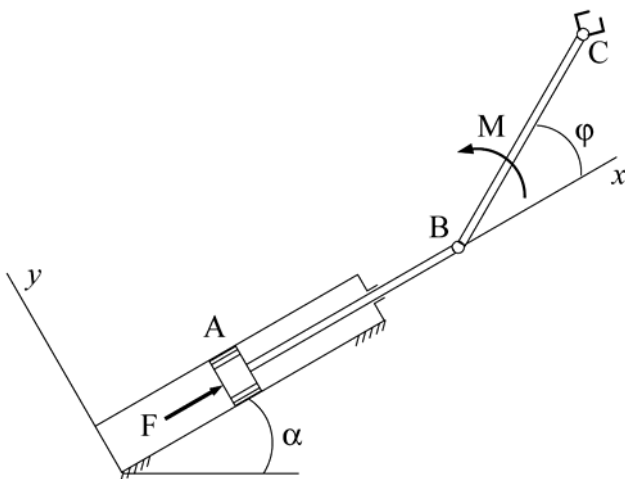
Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса поршня А вместе со штоком АВ равна m_1 , масса схвата С равна m_2 , длина невесомого звена $BC = l$, $F_x = -a_1\dot{x} - b_1x$, момент: $M_z = M_{0z} + U_z - a_2\dot{\varphi}$, управление $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$,

a_1, a_2, b_1, N – константы. За обобщенные координаты принять угол φ и координату x поршня А, отсчитываемую от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $x = 0$, $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 1.2

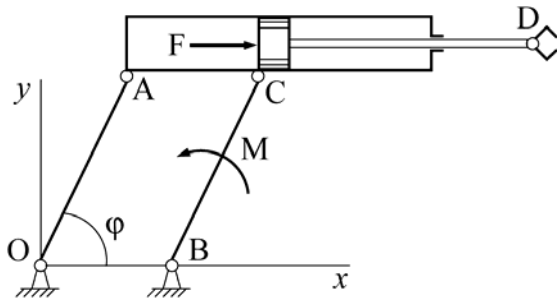


Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса поршня А вместе со штоком АВ равна m_1 , масса схвата С равна m_2 , длина невесомого звена $BC = l$, α – угол наклона цилиндра к горизонту, сила: $F_x = F_{0x} - a_1\dot{x} - b_1x$, момент: $M_z = M_{0z} + U_z - a_2\dot{\varphi}$, управление: $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, a_1, a_2, b_1, N – константы. За обобщенные координаты принять угол φ и координату x поршня А, отсчитываемую от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} , F_{0x} из условия равновесия при $x = 0$, $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 1.3



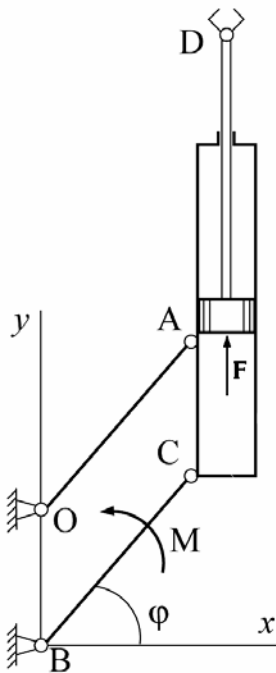
Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса поршня вместе со штоком и схватом m_1 , масса цилиндра m_2 , звенья OA и BC длины l , их массой пренебречь; $OB=AC$; $F_x = -a_1\dot{x} - b_1x$, момент: $M_z = M_{0z} + U_z - a_2\dot{\varphi}$, управление: $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, a_1, a_2, b_1, N – константы. За

обобщенные координаты принять угол φ и координату x схвата D, отсчитываемую от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $x = 0$ $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 1.4



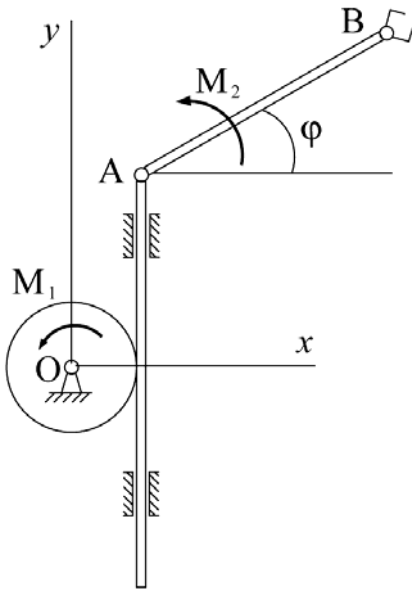
Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса поршня A вместе со штоком AD и схватом D равна m_1 , масса цилиндра m_2 , звенья OA и BC длины l , их массой пренебречь; $OB=AC$; $F_y = F_{0y} - a_1\dot{y} - b_1y$, $M_z = M_{0z} + U_z - a_2\dot{\varphi}$, управление $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, a_1, a_2, b_1, N – константы. За обобщенные координаты принять угол φ и координату y поршня A, отсчитываемую от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} и F_{0y} из условия равновесия при $y = 0$ $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной

линейной системы.

Задача 1.5

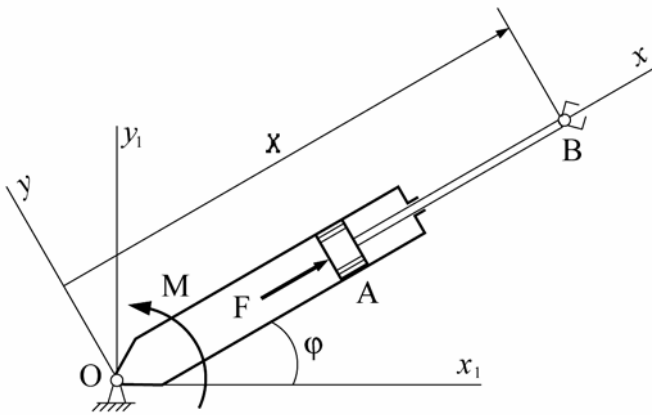


Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса колеса m_1 , его радиус r , масса схвата m_2 , длина звена $AB = l$, его массой и массой рейки пренебречь; моменты $M_{1z} = M_{01z} - a_1 \omega_{1z}$, $M_{2z} = M_{02z} + U_z - a_2 \dot{\varphi}$, управление $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, a_1, a_2, N – константы. За обобщенные координаты принять угол φ и координату y точки А, отсчитываемую от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{01z} , M_{02z} из условия равновесия при $y = 0$, $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 1.6



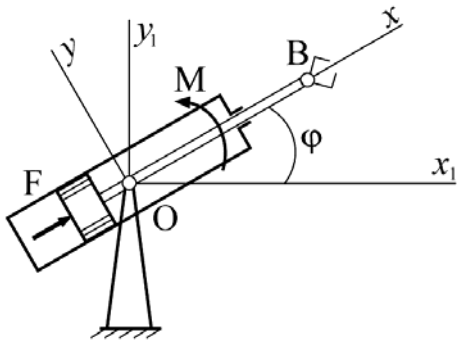
пренебречь.

Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса схвата В равна m_1 , момент инерции цилиндра I_{0z} , $F_x = F_{0x} - a_1 \dot{x} - b_1 x$, $M_z = M_{0z} + U_z - a_2 \dot{\varphi}$ управление $U_z = -N(A\varphi - B(x - x_0))$, a_1, a_2, b_1, N, A, B – константы. За обобщенные координаты принять угол φ и координату x схвата. Массой поршня

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить F_{0x} , M_{0z} из условия равновесия при угле $\varphi = 0$, $U_z = 0$, $x = x_0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 1.7

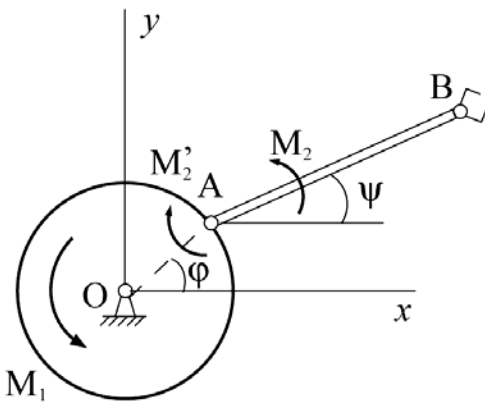


Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса схвата В равна m_1 , момент инерции цилиндра I_{0z} , его центр масс совпадает с шарниром О, $F_x = F_{0x} + U_x - \mu_1 \dot{x}$, $M_z = M_{0z} - \mu_2 \dot{\phi}$ управление $U_z = -N(x - x_0)$, μ_1, μ_2, N – константы. За обобщенные координаты принять угол ϕ и координату x схвата. Массой поршня пренебречь.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить F_{0x} , M_{0z} из условия равновесия при угле $\phi = \phi_0$, $U_z = 0$, $x = x_0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 1.8

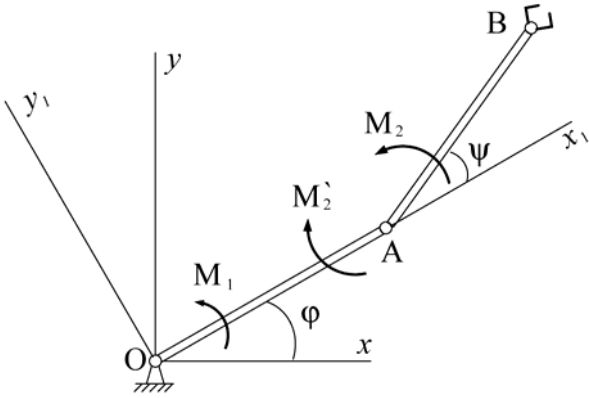


Манипулятор типа «Скара» работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса диска m_1 , его радиус r ; масса схвата В m_2 , длина звена АВ равна $2r$, его массой пренебречь; моменты: $M_{1z} = M_{01z} + U_z - \mu_1 \dot{\phi}$, $M_{2z} = M_{02z} - \mu_2 \dot{\psi}$, $M'_{2z} = -M_{2z}$, μ_1, μ_2, N – константы; управление $U_z = -N(\phi - \phi_0)$. За обобщенные координаты принять углы ϕ и ψ .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{01z} и M_{02z} из условия равновесия при $\psi = 0$, $\phi = \phi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 1.9



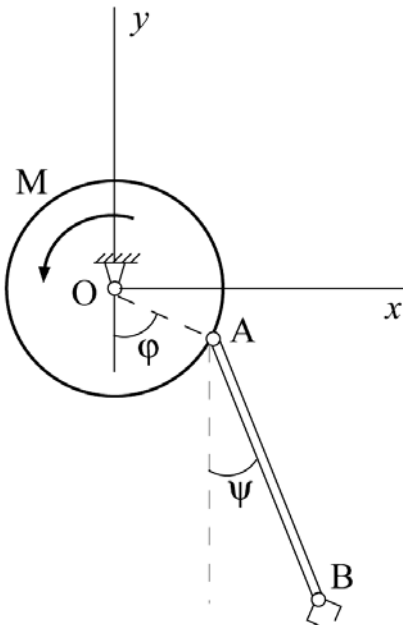
Манипулятор типа «Скара» работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса схвата В m_1 , момент инерции звена ОА - I_{0z} , его длина l равна длине невесомого звена АВ; моменты: $M_{1z} = M_{01z} - \mu_1 \dot{\varphi}$, $M_{2z} = M_{02z} + U_z - \mu_2 \dot{\psi}$, управление $U_z = -N(A\varphi + B(\psi - \psi_0))$, μ_1, μ_2, N – константы. За обобщенные координаты при-

нять углы φ и ψ .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{01z} и M_{02z} из условия равновесия при $U_z = 0$, $\psi = \psi_0$, $\varphi = 0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 1.10



Манипулятор типа «Скара» работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса диска m_1 , его радиус r ; масса схвата В m_2 , длина звена АВ равна $2r$, его массой пренебречь; $M_z = M_{0z} + U_z - \mu \dot{\varphi}$, управление $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенные координаты принять углы φ и ψ .

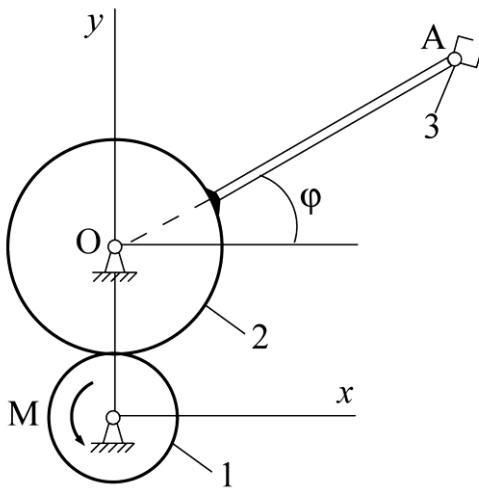
Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $\psi = 0$, $\varphi = \varphi_0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

2. Исследование условий асимптотической устойчивости позиционирования манипулятора в заданном положении.

Задача 2.1

Одностепенной манипулятор работает в вертикальной плоскости. Дано: $m_1, m_2, m_3, r, R, OA = l$. Момент двигателя: $M_z = M_{0z} + U_z - \mu\omega_{1z}$, управление: $U_z = N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .

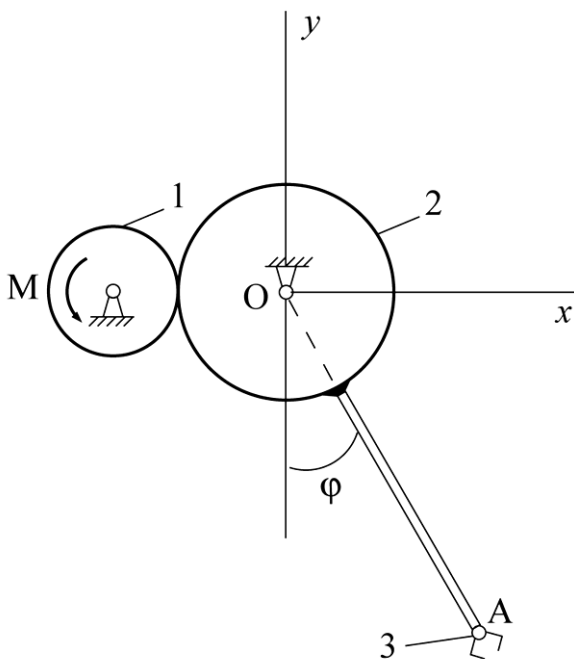


Требуется:

1. Составить уравнение движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнение в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости позиционирования.

Задача 2.2

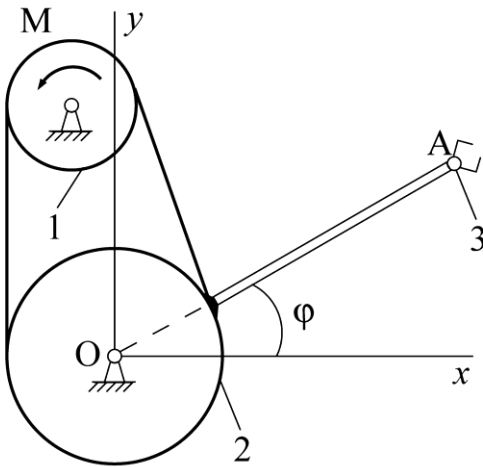
Одностепенной манипулятор работает в вертикальной плоскости. Дано: $m_1, m_2, m_3, r, R, OA=l$. Момент двигателя: $M_z = M_{0z} + U_z - \mu\omega_{1z}$, управление: $U_z = N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .



Требуется:

1. Составить уравнение движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнение в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости позиционирования.

Задача 2.3

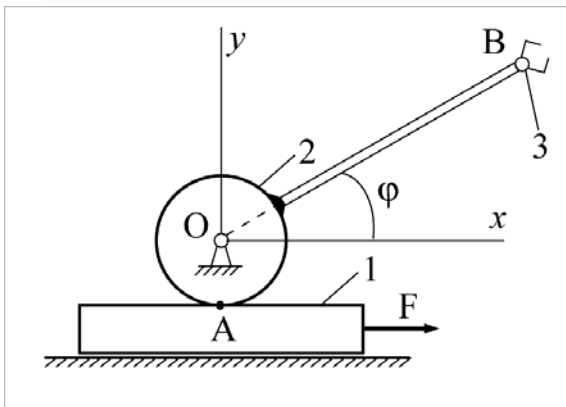


Одностепенный манипулятор работает в вертикальной плоскости. Дано: $m_1, m_2, m_3, r, R, OA=l$. Момент двигателя: $M_z = M_{0z} + U_z - \mu \omega_{1z}$, управление: $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .

Требуется:

1. Составить уравнение движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнение в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости позиционирования.

Задача 2.4

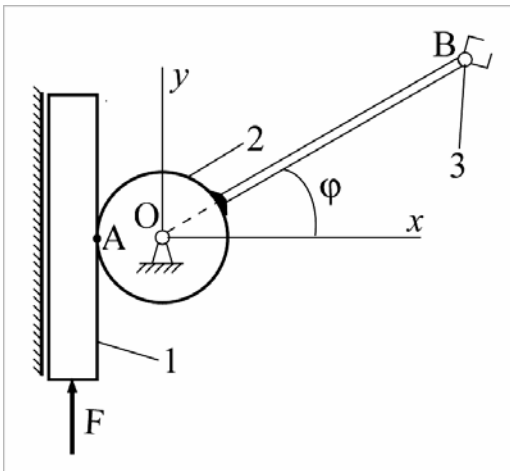


Одностепенный манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса рейки m_1 , масса колеса m_2 , его радиус r , масса схвата m_3 , $OB=3r$, $F_x = F_{0x} + U_x - \mu V_{Ax}$, управление $U_x = -N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить F_{0x} из условия равновесия при $\varphi = \varphi_0$ и $U_x = 0$.
3. Линеаризовать уравнение в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости позиционирования.

Задача 2.5

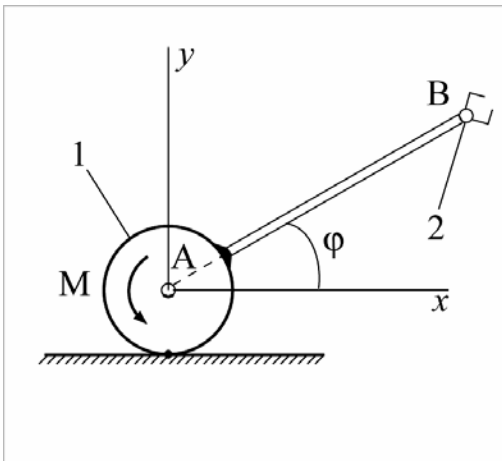


Одностепенной манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса рейки m_1 , масса колеса m_2 , его радиус r , масса схвата В равна m_3 , $OB=3r$, сила: $F_y = F_{0y} + U_y - \mu V_{Ay}$, управление $U_y = N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить F_{0y} из условия равновесия при $\varphi = \varphi_0$ и $U_y = 0$.
3. Линеаризовать уравнение в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости позиционирования.

Задача 2.6

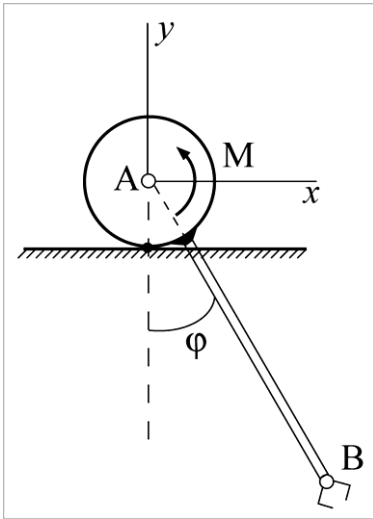


Одностепенной манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса колеса m_1 , его радиус r ; масса схвата m_2 , $AB=3r$, $M_z = M_{0z} + U_z - \mu \dot{\varphi}$, управление: $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнение в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости позиционирования.

Задача 2.7

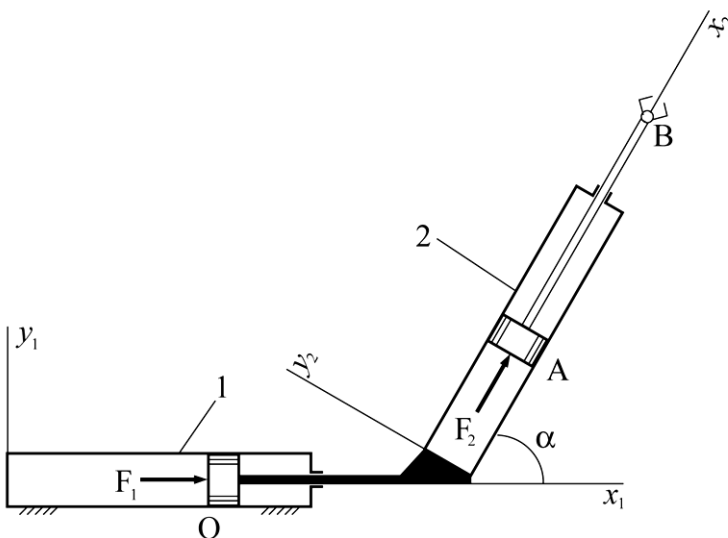


Одностепенный манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса колеса m_1 , его радиус r ; масса схвата В равна m_2 , $AB=3r$, $M_z = M_{0z} + U_z - \mu \dot{\varphi}$, управление: $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $\varphi = \varphi_0$ и $U_z = 0$.
3. Линеаризовать уравнение в окрестности положения равновесия.
4. Записать характеристический полином линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости позиционирования.

Задача 2.8

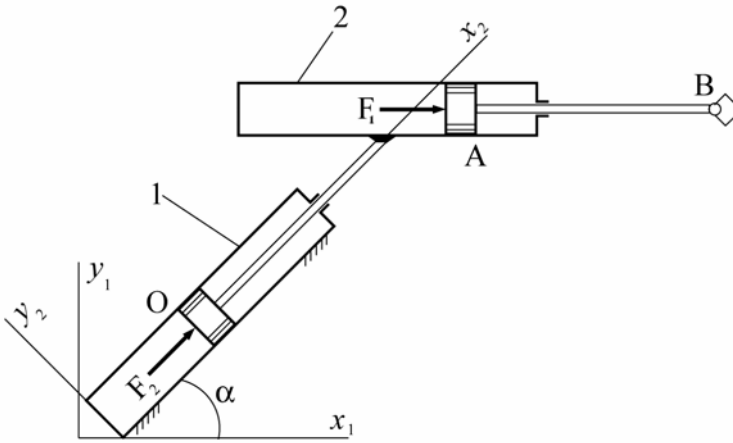


Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса поршня А, штока АВ и схвата В равна m_2 ; масса поршня О, штока и цилиндра 2 равна m_1 ; $F_{1x_1} = -bx_1$, $F_{2x_2} = U_{x_2} - a\dot{x}_2$, управление $U_{x_2} = -Nx_2$, a, b, N – константы. Угол между осями цилиндров α . За обобщенные принять координаты x_1, x_2 поршней О и А соответственно, отсчитываемые от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать характеристический полином полученной линейной системы.
3. Найти условия устойчивости позиционирования (по Гурвицу).

Задача 2.9

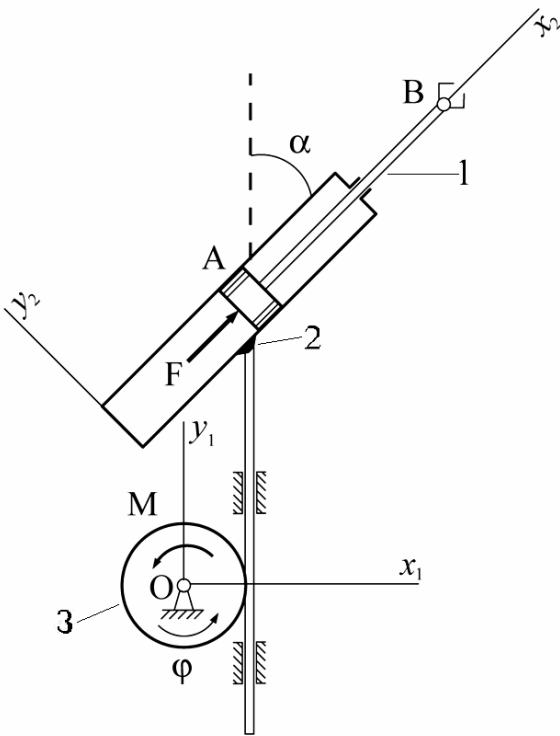


Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса поршня А вместе со штоком АВ и схватом В равна m_1 , масса поршня О, штока и цилиндра 2 - m_2 ; $F_{1x_1} = -bx_1$, $F_{2x_2} = U_{x_2} - a\dot{x}_2$, управление $U_{x_2} = -Nx_2$, a, b, N константы. Угол между осями цилиндров α . За обобщенные принять координаты x_1, x_2 поршней А и О соответственно, отсчитываемые от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать характеристический полином полученной линейной системы.
3. Найти условия устойчивости позиционирования (по Гурвицу).

Задача 2.10



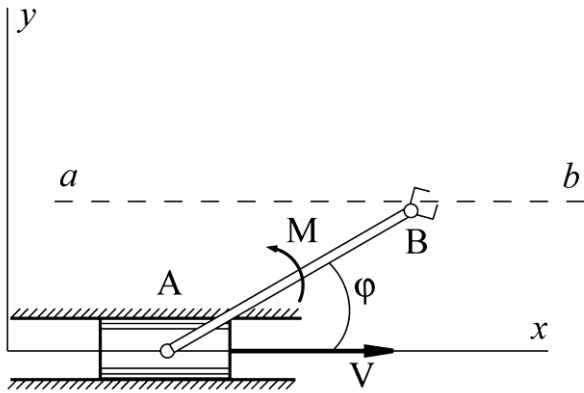
Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса поршня А, штока АВ и схвата В равна m_1 , масса цилиндра и рейки - m_2 ; масса колеса - m_3 , его радиус r ; $F_{x_2} = -bx_2$, $M_z = U_z - a\dot{\varphi}$; управление $U_z = -N\varphi$, a, b, N - константы, α - угол между осями x_1, x_2 . За обобщенные координаты принять координату x_2 поршня А и угол φ поворота колеса, которые отсчитываются от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать характеристический полином полученной линейной системы.
3. Найти условия устойчивости позиционирования (по Гурвицу).

3. Исследование условий устойчивости движения схвата манипулятора по заданной траектории.

Задача 3.1



Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что поршень А движется по оси x с постоянной скоростью V , а схват В движется вблизи линии ab . Масса схвата равна m , $AB=l$, момент: $M_z = M_{0z} + U_z - \mu \dot{\varphi}$, управление $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .

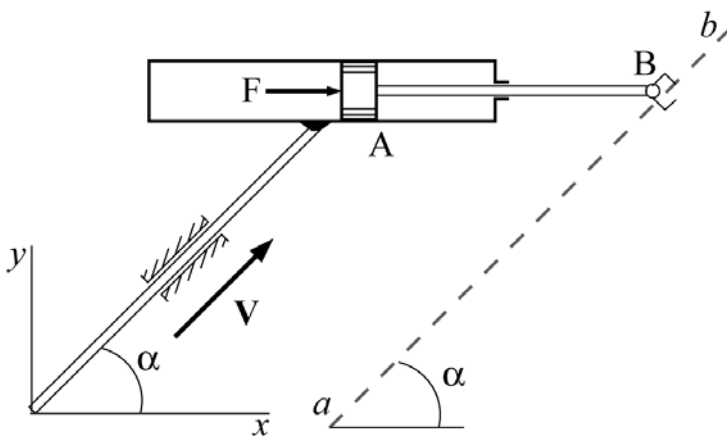
Требуется:

1. Составить уравнение движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия

$U_z = 0$ и при значении угла φ_0 , отвечающему движению схвата по линии ab .

3. Линеаризовать уравнение в окрестности траектории равномерного движения схвата В.
4. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости движения схвата по линии ab .

Задача 3.2



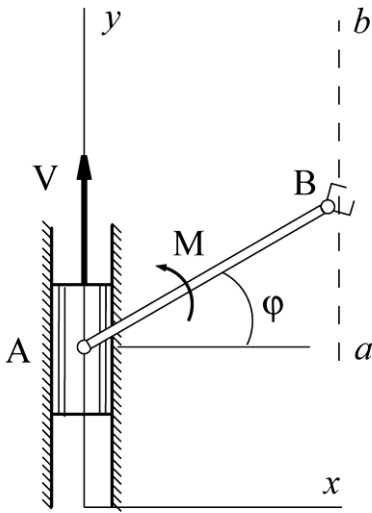
Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что цилиндр движется с постоянной скоростью V , направленной под углом α к оси x . Схват В движется вблизи линии ab . Масса поршня А вместе со штоком АВ и схватом В равна m , $F = U_x - a\dot{x}$, управление $U_x = -Nx$, a, N – константы. За обобщенную координату принять координату x , отсчитываемую от

положения схвата В на траектории ab .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
3. Найти условие устойчивости движения схвата по линии ab .

Задача 3.3

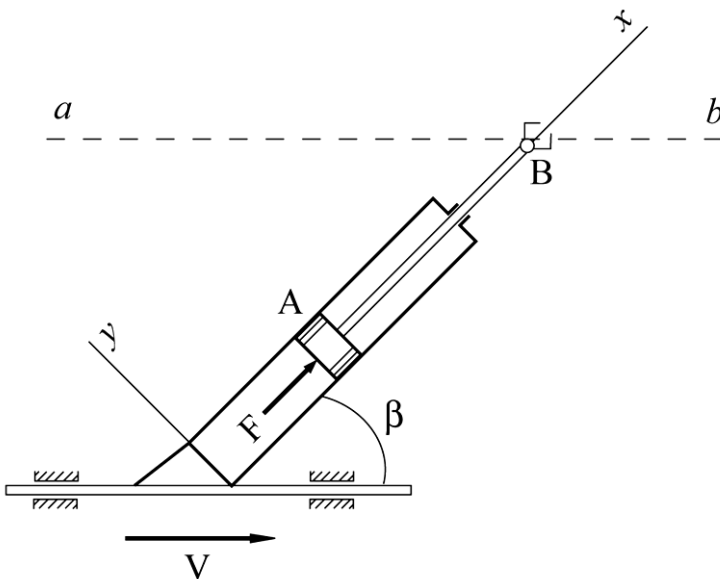


Манипулятор работает в вертикальной плоскости. Известно, что поршень А движется по оси y с постоянной скоростью V , а схват В движется вблизи линии ab . Масса схвата m , $AB = l$, момент: $M_z = M_{0z} + U_z - \mu \dot{\varphi}$, управление $U_z = -N(\varphi - \varphi_0)$, μ, N – константы. За обобщенную координату принять угол φ .

Требуется:

1. Составить уравнение движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} из условия равновесия $U_z = 0$ и при значении угла φ_0 , отвечающему движению схвата по линии ab .
3. Линеаризовать уравнение в окрестности траектории равномерного движения схвата В.
4. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
5. Найти условия устойчивости движения схвата по линии ab .

Задача 3.4

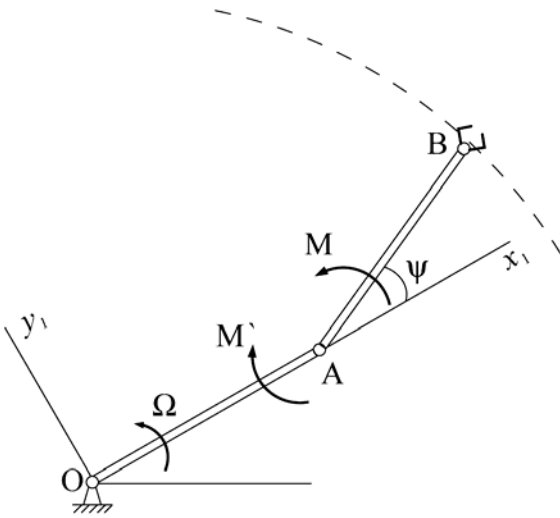


Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что цилиндр движется с постоянной скоростью V , направленной под углом β к оси x . Схват В движется вблизи линии ab . Масса поршня А, штока АВ и схвата В равна m , сила $F = U_x - a\dot{x}$, управление $U_x = -Nx$, a, N – константы. За обобщенную координату принять координату x , отсчитываемую от положения схвата В на траектории ab .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
3. Найти условие устойчивости движения схвата по линии ab .

Задача 3.5



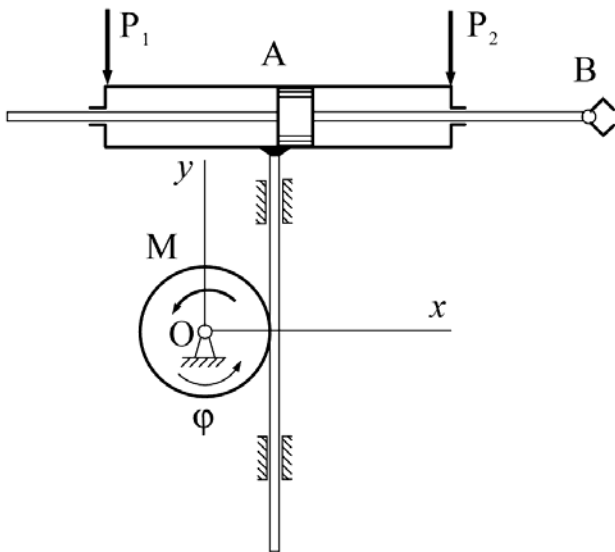
Манипулятор типа «Скара» работает в горизонтальной плоскости. Известно, что звено OA вращается с постоянной угловой скоростью Ω , а схват B движется вблизи круговой траектории, радиус которой отвечает длине звеньев OA и AB и углу ψ_0 . Масса схвата B равна m , $OA=AB=l$, момент: $M_z = M_{0z} + U_z - \mu\dot{\psi}$, $U_z = -N(\psi - \psi_0)$ - управление, μ, N - константы. За обобщенную координату принять угол ψ .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
 2. Определить M_{0z} из условия равновесия при $U_z = 0$, $\psi = \psi_0$.
 3. Линеаризовать уравнение в окрестности траектории равномерного движения схвата B .
 4. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
 5. Найти условия устойчивости движения схвата по траектории.
-

4. Динамика манипулятора с пневмоцилиндром.

Задача 4.1

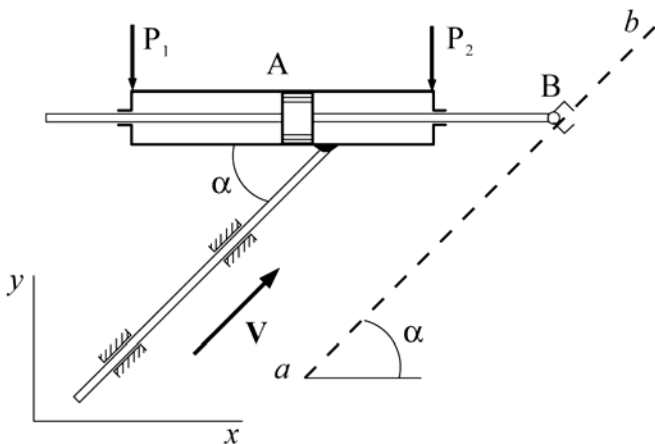


Манипулятор на базе пневмоцилиндра работает в вертикальной плоскости. Известно, что масса поршня А вместе со штоком АВ и схватом В равна m_1 ; масса цилиндра и зубчатой рейки m_2 ; масса колеса m_3 , его радиус r . Давление воздуха в левой и правой полостях цилиндра P_1 и P_2 соответственно; площадь сечения цилиндра S ; момент: $M_z = M_{0z} - a_1\dot{\varphi} - b_1\varphi$, a_1, b_1 – константы. За обобщенные координаты принять угол φ и координату x поршня, отсчитываемую от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить M_{0z} , из условия равновесия при $\varphi = \varphi_0$.
3. Записать характеристический полином полученной линейной системы.

Задача 4.2



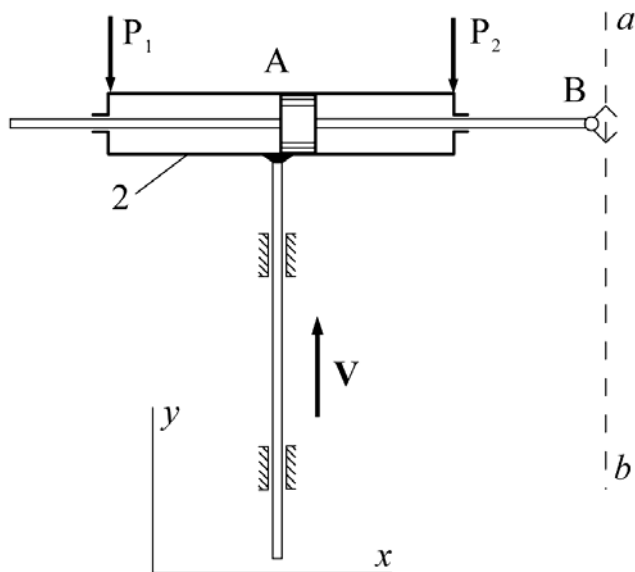
Манипулятор на базе пневмоцилиндра работает в горизонтальной плоскости. Известно, что цилиндр движется с постоянной скоростью V , направленной под углом α к оси x . Схват В движется вблизи линии ab . Масса поршня А вместе со штоком АВ и схватом В равна m ; давление воздуха в левой и правой полостях цилиндра P_1 и P_2 соответственно; площадь сечения цилиндра S . За обобщенную координату принять координату x , отсчитываемую от положения схвата на траектории ab .

мую от положения схвата на траектории ab .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
3. Найти условие устойчивости движения схвата по линии ab .

Задача 4.3



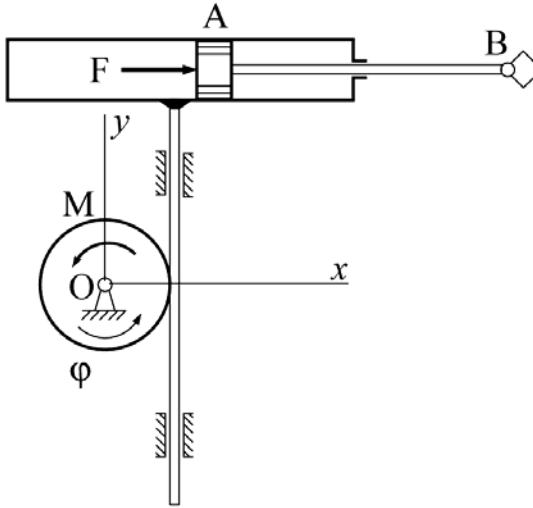
Манипулятор на базе пневмоцилиндра работает в горизонтальной плоскости. Известно, что цилиндр движется с постоянной скоростью V , направленной по оси y . Схват B движется вблизи линии ab . Масса поршня A , штока AB и схвата B равна m . Давление воздуха в левой и правой полостях цилиндра P_1 и P_2 соответственно; площадь сечения цилиндра S . За обобщенную координату принять координату x , отсчитываемую от положения схвата на траектории ab .

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
 2. Записать характеристический полином полученного линейного уравнения.
 3. Найти условие устойчивости движения схвата по линии ab .
-

5. Исследование управляемости колебаний около положения равновесия.

Задача 5.1

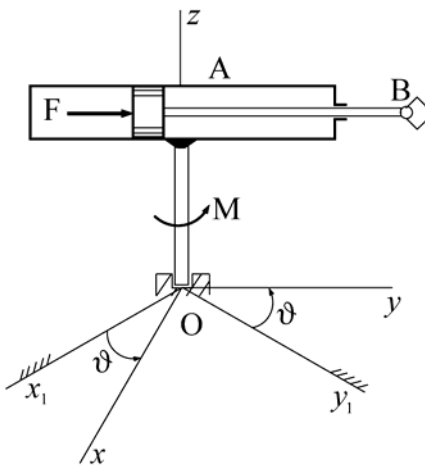


Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса поршня А, штока АВ и схвата В равна m_1 ; масса цилиндра и рейки m_2 ; масса колеса m_3 , его радиус r ; сила: $F_x = -a_1 V_{Ax} - b_1 x$; момент: $M_z = U_z - a_2 \omega_z - b_2 \varphi$, U_z – управление, a_1, a_2, b_1, b_2 – константы. За обобщенные координаты принять координату x поршня А и угол φ , которые отсчитываются от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Записать полученные уравнения в форме Коши.
3. Проверить управляемость системы со скалярным управлением (по Калману).

Задача 5.2

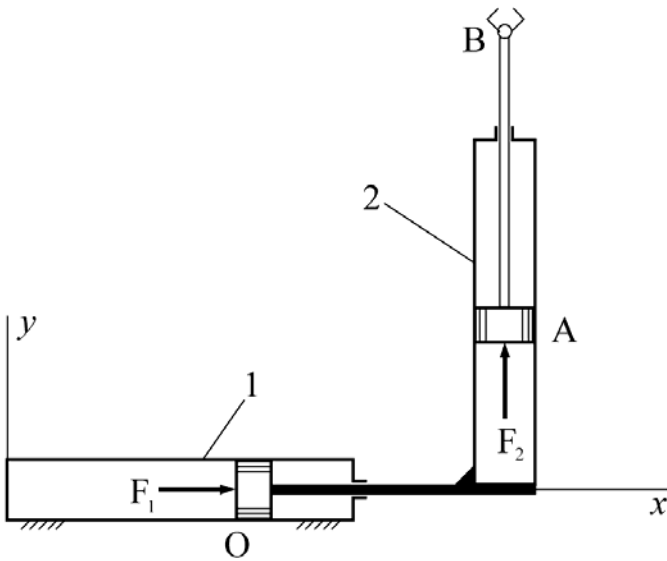


Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса схвата В равна m_1 , момент инерции цилиндра I_{0z} , сила: $F_y = F_{0y} - a_1 \dot{y} - b_1 y$, момент: $M_z = U_z - a_2 \dot{\vartheta}$, U_z – управление, a_1, a_2, b_1 – константы. За обобщенные координаты принять координату y захвата В и угол ϑ , отсчитываемый от положения равновесия. Массой поршня и штока пренебречь.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.
2. Определить F_{0y} из условия равновесия при $\vartheta = 0$, $U_z = 0$, $y = y_0$.
3. Линеаризовать уравнения в окрестности положения равновесия.
4. Записать линейные уравнения в форме Коши.
5. Проверить управляемость системы со скалярным управлением (по Калману).

Задача 5.3



Манипулятор работает в горизонтальной плоскости. Известно, что масса поршня А, штока АВ и схвата В равна m_1 ; масса поршня О, штока и цилиндра 2 равна m_2 ; $F_{1x} = U_x - a_1 V_{ox} - b_1 x$, U_x – управление, $F_{2y} = -a_2 V_{Ay} - b_2 y$, a_1, a_2, b_1, b_2 – константы. За обобщенные принять координаты x, y поршня О и А соответственно, отсчитываемые от положения равновесия.

Требуется:

1. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.

2. Записать полученные уравнения в форме Коши.

3. Проверить управляемость системы со скалярным управлением (по Калману).

1. Составить уравнения движения в

1. Задача позиционирования манипулятора в заданном положении.....	1
Уравнения малых колебаний около положения равновесия.....	1
2. Исследование условий асимптотической устойчивости	6
позиционирования манипулятора в заданном положении.....	6
3. Исследование условий устойчивости движения схвата	11
манипулятора по заданной траектории.....	11
4. Динамика манипулятора с пневмоцилиндром.....	14
5. Исследование управляемости колебаний.....	16
около положения равновесия.....	16