

## Элементы теории автоматического управления

Широколов И. Ю.  
ilya.shirokolobov@trikset.com

# Уравнение маятника

## Формула Ньютона

$$F = ma$$

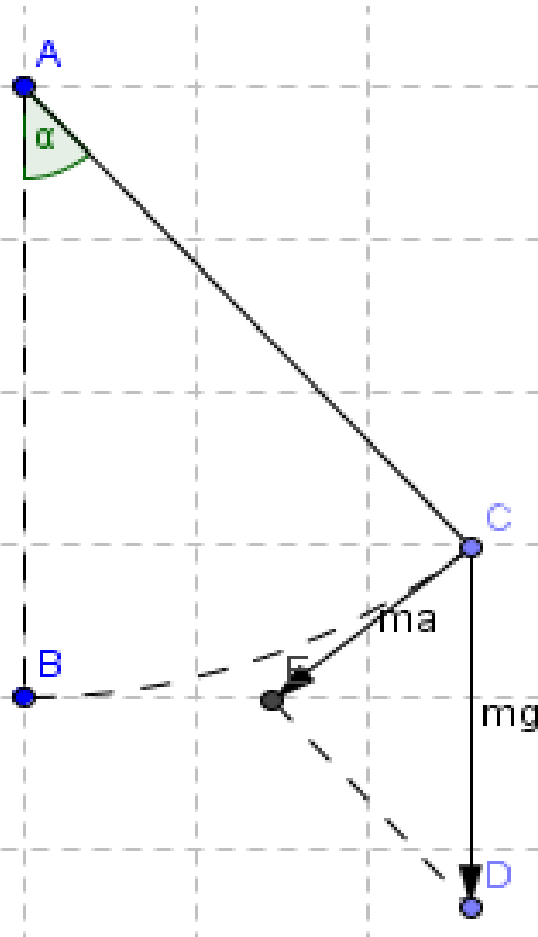
$$F = mg \cdot \sin \alpha$$

$$a = \ddot{l}$$

$$m\ddot{\alpha} \cdot l = -mg \cdot \sin \alpha$$

$$\ddot{\alpha} = -\frac{g}{l} \sin \alpha$$

$$\ddot{\alpha} = -\frac{g}{l} \alpha$$



## Уравнение Эйлера-Лагранжа

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\alpha}} - \frac{\partial L}{\partial \alpha} = F_{\alpha}$$

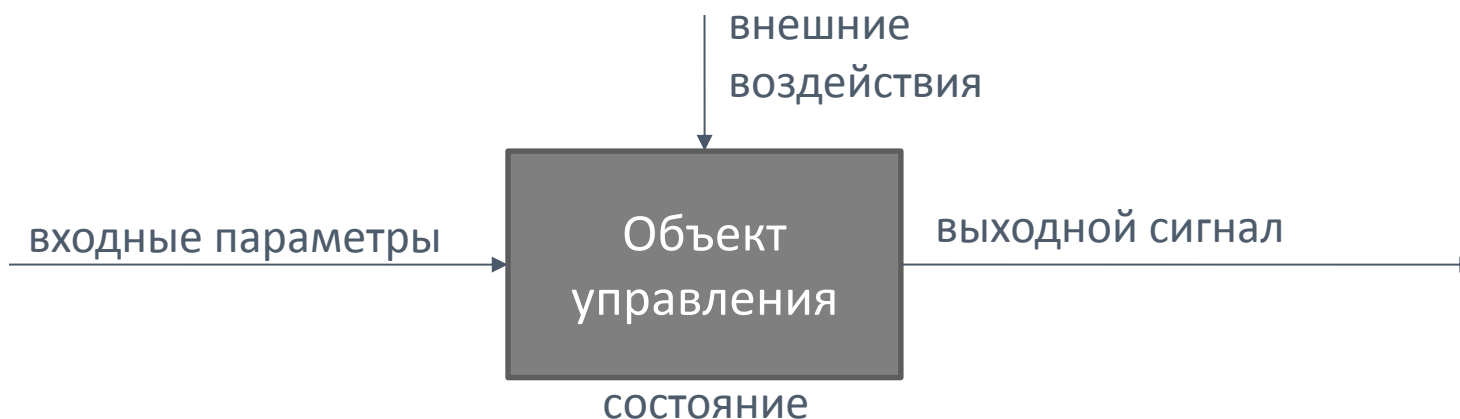
$$L = \frac{m(l\dot{\alpha})^2}{2} - mgl(1 - \cos \alpha)$$

$$ml^2\ddot{\alpha} + mgl \sin \alpha = F_{\alpha}$$

$$ml^2\ddot{\alpha} = -mgl \sin \alpha$$

$$\ddot{\alpha} = -\frac{g}{l} \alpha$$

# Система управления



**Объект управления:** механическая система, электронная система, робот и т.д.

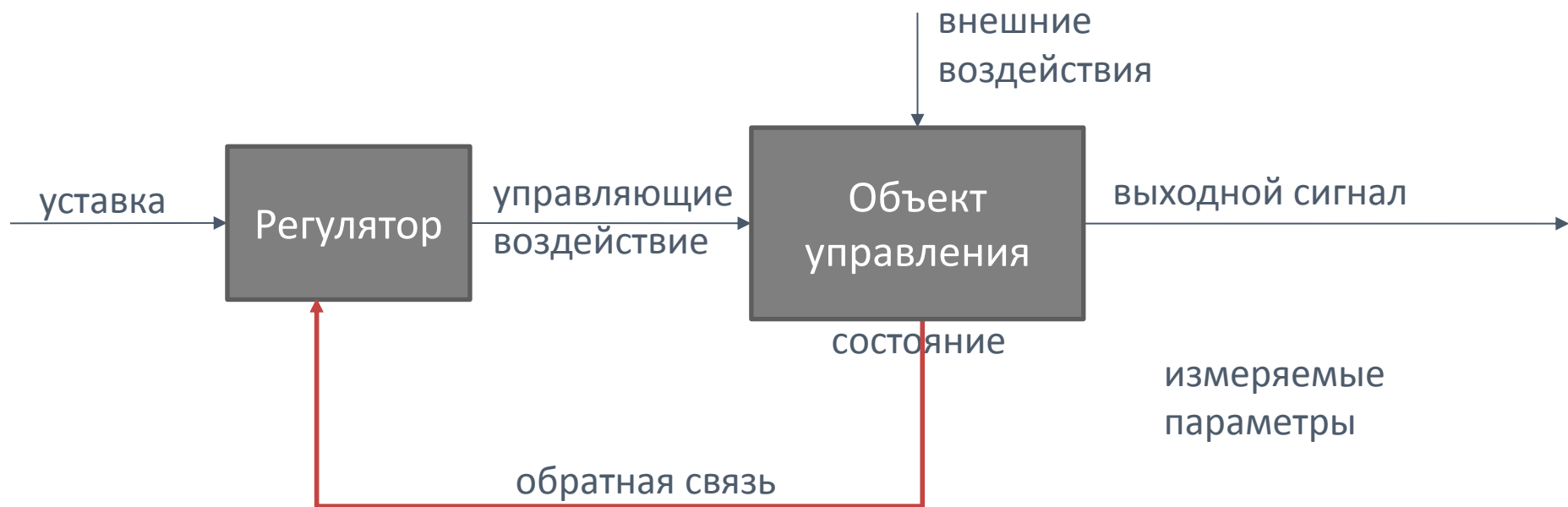
**Состояние:** может описываться по-разному в зависимости от задачи (например, координаты робота)

**Входные параметры:** задают начальное состояние

**Внешние воздействия:** ветер, свет и т.д.

**Такая система неуправляема!**

# Система управления



**Регулятор** – система, вырабатывающая с помощью обратной связи управляющие воздействие

**Обратная связь** – измеряемые параметры, подающиеся на регулятор.

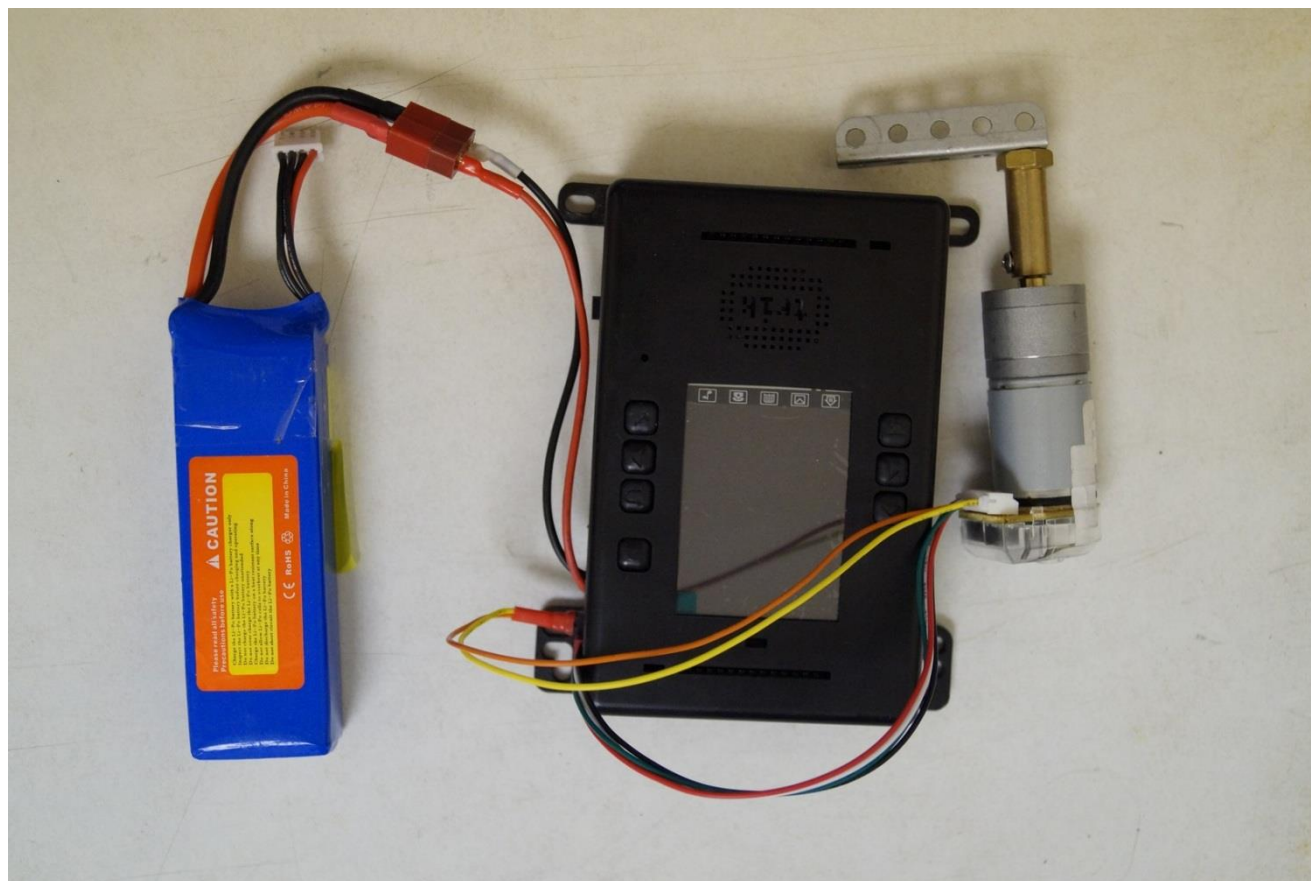
*В классической теории управления, когда говорят про обратную связь, имеют в виду выходные изменяемые параметры, регулятор и новое управляющие воздействие. Другое название – контур обратной связи.*

**Управляющие воздействие:** входной сигнал, задающий новое состояние объекта

# Ножка под углом

**Задача:** поставить ножку под углом 90 градусов

**Модель:** силовой мотор с несимметричной деталью



# Ножка под углом

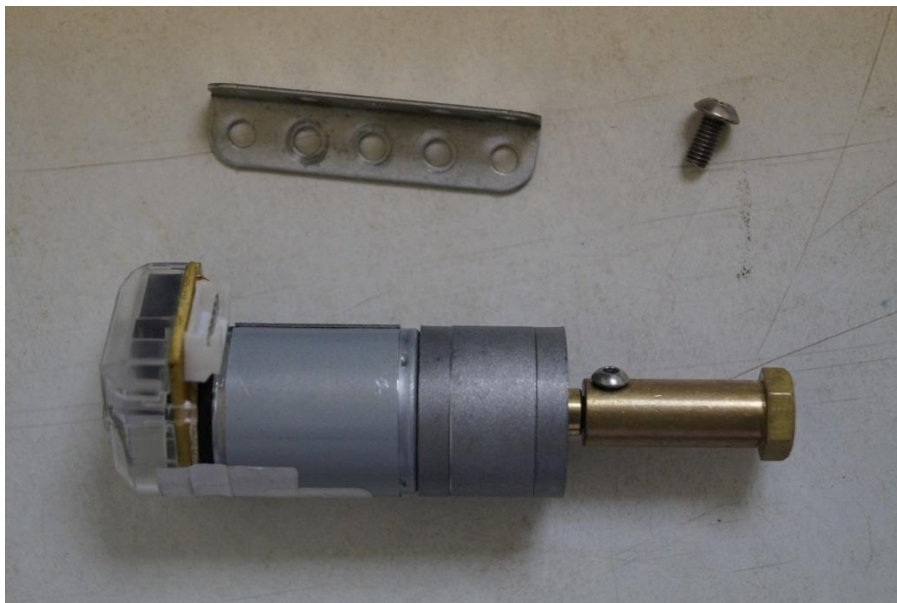
Возьмите муфту колеса и закрепите её на оси силового мотора с помощью винтика М3 и среднего шестигранника.



Не перетягивайте слишком сильно, чтобы не стереть резьбу

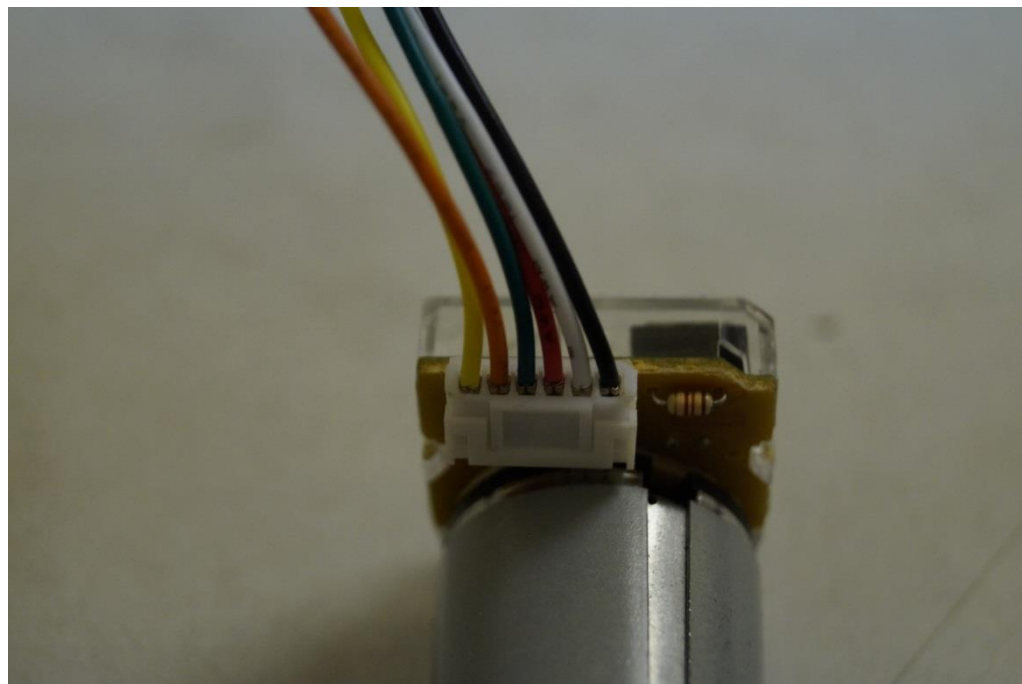
# Ножка под углом

Возьмите уголок 5x1x1 и закрепите на муфте с помощью винтика М4



# Ножка под углом

Возьмите проводок к силовому мотору: штекер с 2 ножками – питание, красный штекер – энкодер.



Воткните белый штекер в мотор



# Ножка под углом

**Задача:** движение вдоль стены на заданном расстоянии с помощью одного инфракрасного датчика расстояния

Используется  
пропорциональный регулятор

```
L=sensorA1;  
while(true)  
{  
    e = L-sensorA1;  
    u = k*e;  
    M3 = v+u;  
    M4 = v-u;  
    wait(1);  
}
```

