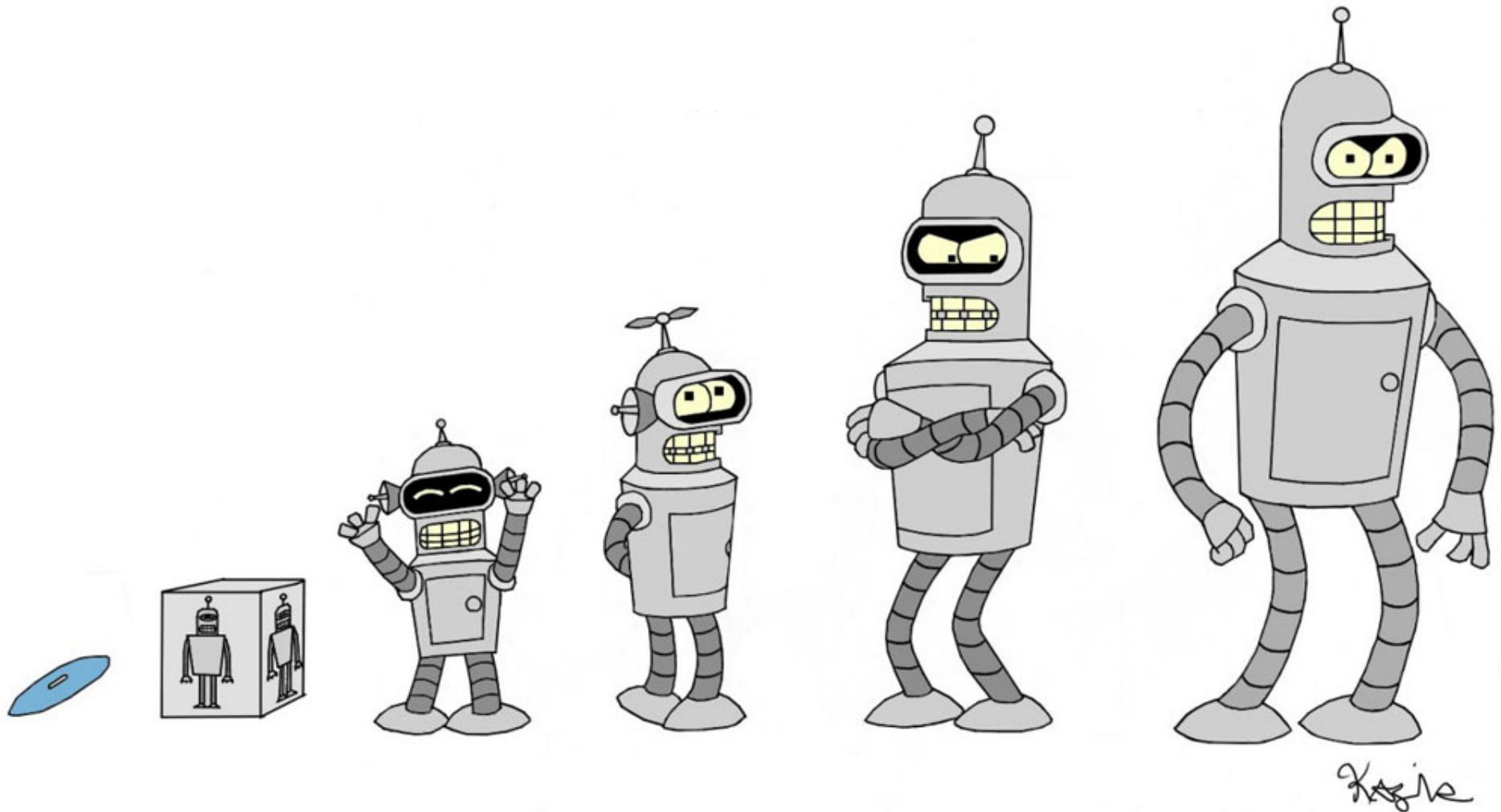


Что такое  
робот?

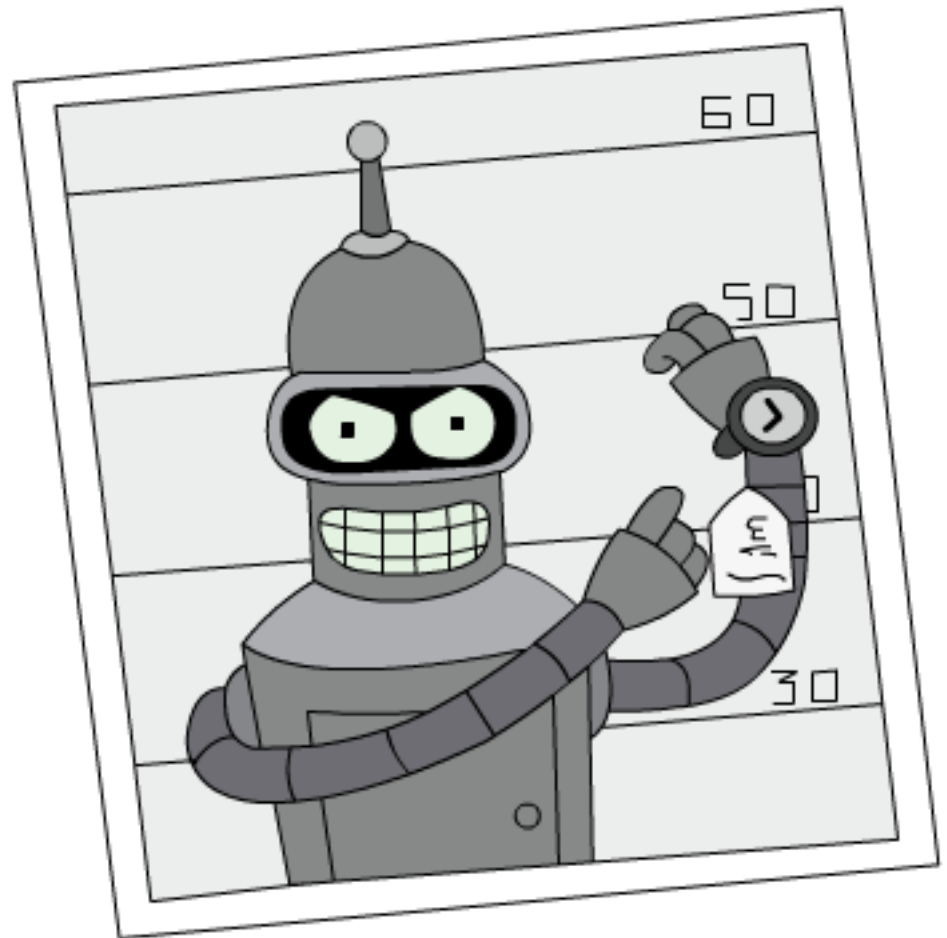
**Автоматическое  
устройство!**

# Что нужно?



# Что нужно?

Понять для чего он



# Что нужно?

Понять для чего он

Выбрать способ управления



# Что нужно?

Понять для чего он

Выбрать способ управления

Синтезировать регулятор



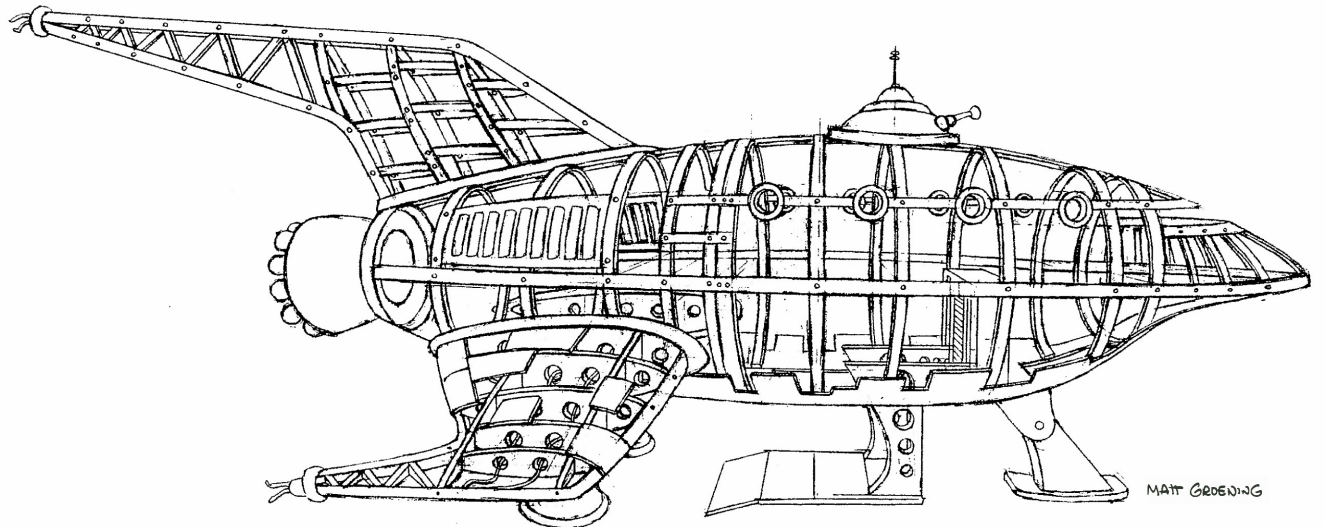
# Что нужно?

Понять для чего он

Выбрать способ управления

Синтезировать регулятор

Собрать



# Например!

Хочу работа

...



# Например!

Хочу работа

Такого чтобы ездил!

...

# Например!

Хочу работа

Такого чтобы ездил!

А я управлял им!

...

# Например!

Хочу работа

Такого чтобы ездил!

А я управлял им!

Силой!

# ОТЛИЧНО!

Осталось всего два пункта!

# Регулятор

Регулятор это устройство, которое следит за работой объекта управления как системы и вырабатывает для неё управляющие сигналы. Регуляторы следят за изменением некоторых параметров объекта управления (непосредственно, либо с помощью наблюдателей) и реагируют на их изменение с помощью некоторых алгоритмов управления в соответствии с заданным качеством управления.

# Регулятор

- Обратная связь

# Регулятор

- Обратная связь
- Отрицательная обратная связь

# Регулятор

- Обратная связь
- Отрицательная обратная связь
- Усиленная отрицательная обратная связь



# Регулятор

Как ее получить?

# Регулятор

Как ее получить?

1. Выбрать очень большой коэффициент усиления.

# Регулятор

Как ее получить?

1. Выбрать очень большой коэффициент усиления.
2. Подобрать на глаз.

# Регулятор

Как ее получить?

- Выбрать очень большой коэффициент усиления.
- Подобрать на глаз.
- Посчитать.

# Регулятор

Итак посчитать.

# Регулятор

Итак посчитать.

**Посчитать модель!**



Какую модель выбрать?

# Регулятор

Динамическую модель!



# Регулятор

Динамическую модель!

Модель состояния робота, описанная системой (лучше) линейных дифференциальных уравнений.

# Регулятор

Динамическую модель!

Модель состояния робота, описанная системой (лучше) линейных дифференциальных уравнений. Вот так:

$$\begin{cases} \dot{x} = A x + B u \\ y = C x \end{cases}$$

# Регулятор

$x$  - вектор состояния,

$u$  - вектор входного воздействия,

$A$  - матрица описания состояния объекта управления

$B$  - матрица входа,

$C$  - матрица выхода.

Поверьте мне

# Поверьте мне

Это ОЧЕНЬ круто.

Поверьте мне

Это **ОЧЕНЬ** круто.

# Отступление

В чем суть управления?

# Отступление

В чем суть управления?

Зачем, вообще, нашего робота нужно регулировать??



# Отступление

В чем суть управления?

Зачем, вообще, нашего робота нужно регулировать??

**Заданные характеристики!**

СКОРОСТЬ

ТОЧНОСТЬ

**КОЛЕБАТЕЛЬНОСТЬ**

# Регулятор

Обычно система устойчива.

# Регулятор

Обычно система устойчива.

Да, устойчива.

# Регулятор

Обычно система устойчива.

Да, устойчива.

Скорость не вырастет больше максимальной...

# Регулятор

Обычно система устойчива.

Да, устойчива.

Скорость не вырастет больше максимальной...

Наш робот врежется в стену и остановиться...



# Регулятор

Обычно система устойчива.

Да, устойчива.

Скорость не вырастет больше максимальной...

Наш робот врежется в стену и остановиться...

Или у него сядут батарейки...

# Регулятор

Обычно система устойчива.

Да, устойчива.

Скорость не вырастет больше максимальной...

Наш робот врежется в стену и остановиться...

Или у него сядут батарейки...

## Но кому это надо?

# Регулятор

Но мы-то знаем, чего хотим!

# Регулятор

Но мы-то знаем, чего хотим!

И у нас есть модель состояния!

# Регулятор

Но мы-то знаем, чего хотим!

И у нас есть модель состояния!

Остается только синтезировать регулятор!

# Регулятор

П...

# Регулятор

П...

ПИ...

# Регулятор

П...

ПИ...

ПИД...



**РЕГУЛЯТОР**

# Регулятор

Вообще, это просто обратная связь.

Которая имеет недостатки:

- Узко заточена под данное устройство
- Что хуже под данные статические параметры
- Что еще хуже, под данный тип воздействия

# Регулятор

Но все не так плохо.

Потому что, обычно этого достаточно.

К тому же есть другие виды регуляторов!

# Ну вот

Есть робот.

# Ну вот

Есть робот.

Нам нужно чтобы он ездил, туда куда мы ему скажем.

# Ну вот

Есть робот.

Нам нужно чтобы он ездил, туда куда мы ему скажем.

Координату.

# Ну вот

Есть робот.

Нам нужно чтобы он ездил, туда куда мы ему скажем.

Координату.

Что есть у этого робота?

# Ну вот

Есть робот.

Нам нужно чтобы он ездил, туда куда мы ему скажем.

Координату.

Что есть у этого робота?

Ничего.



# Ну вот

Есть робот.

Нам нужно чтобы он ездил, туда куда мы ему скажем.

Координату.

Что есть у этого робота?

Ничего.

Кроме координаты, скорости и ускорения.

# Теперь ясно?

Мы говорим координату.

# Теперь ясно?

Мы говорим координату.

Мы получаем координату.

# Модель

Вернемся к нашей модели.

# Модель

Вернемся к нашей модели.

$$\vec{x} = \begin{vmatrix} x \\ v \end{vmatrix}$$

# Модель

Вернемся к нашей модели.

$$\vec{x} = \begin{vmatrix} x \\ v \end{vmatrix}$$

$$\dot{\vec{x}} = \begin{vmatrix} \dot{x} \\ \dot{v} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} v \\ a \end{vmatrix}$$

# Модель

Вернемся к нашей модели.

$$\vec{x} = \begin{vmatrix} x \\ v \end{vmatrix}$$

$$\dot{\vec{x}} = \begin{vmatrix} \dot{x} \\ \dot{v} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} v \\ a \end{vmatrix}$$

$$a = \frac{F}{m}$$

# Модель

$$\begin{cases} \dot{v} = F/m \\ \dot{x} = v \end{cases} \rightarrow \vec{x} = \begin{vmatrix} v \\ x \end{vmatrix} \quad \vec{u} = |F|$$

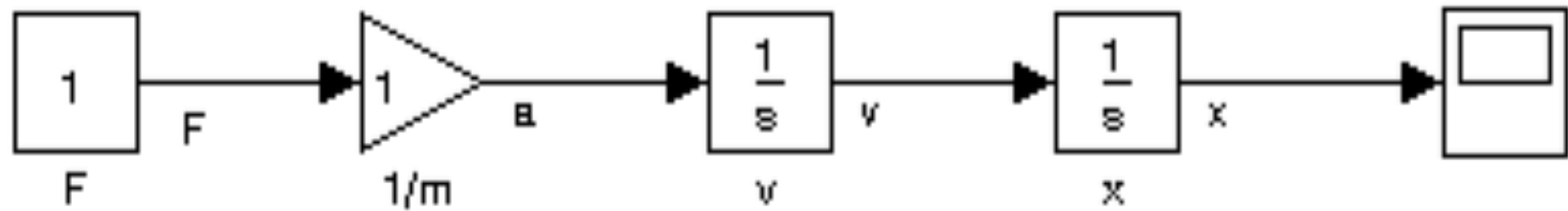
$$A = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} \quad B = \begin{vmatrix} 1/m \\ 0 \end{vmatrix} \quad C = \begin{vmatrix} 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$y = x$$

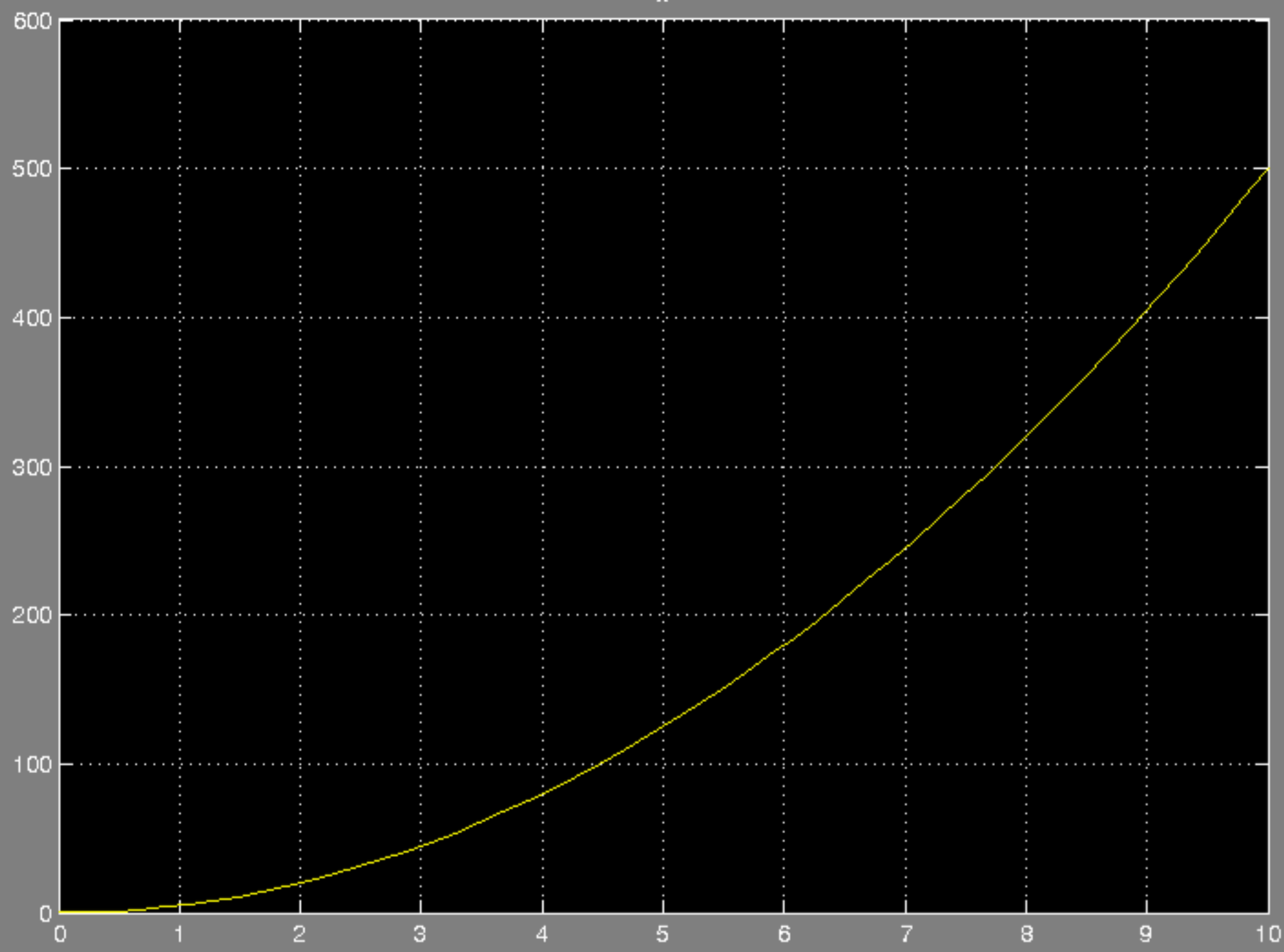


# Модель

Смоделируем модель!



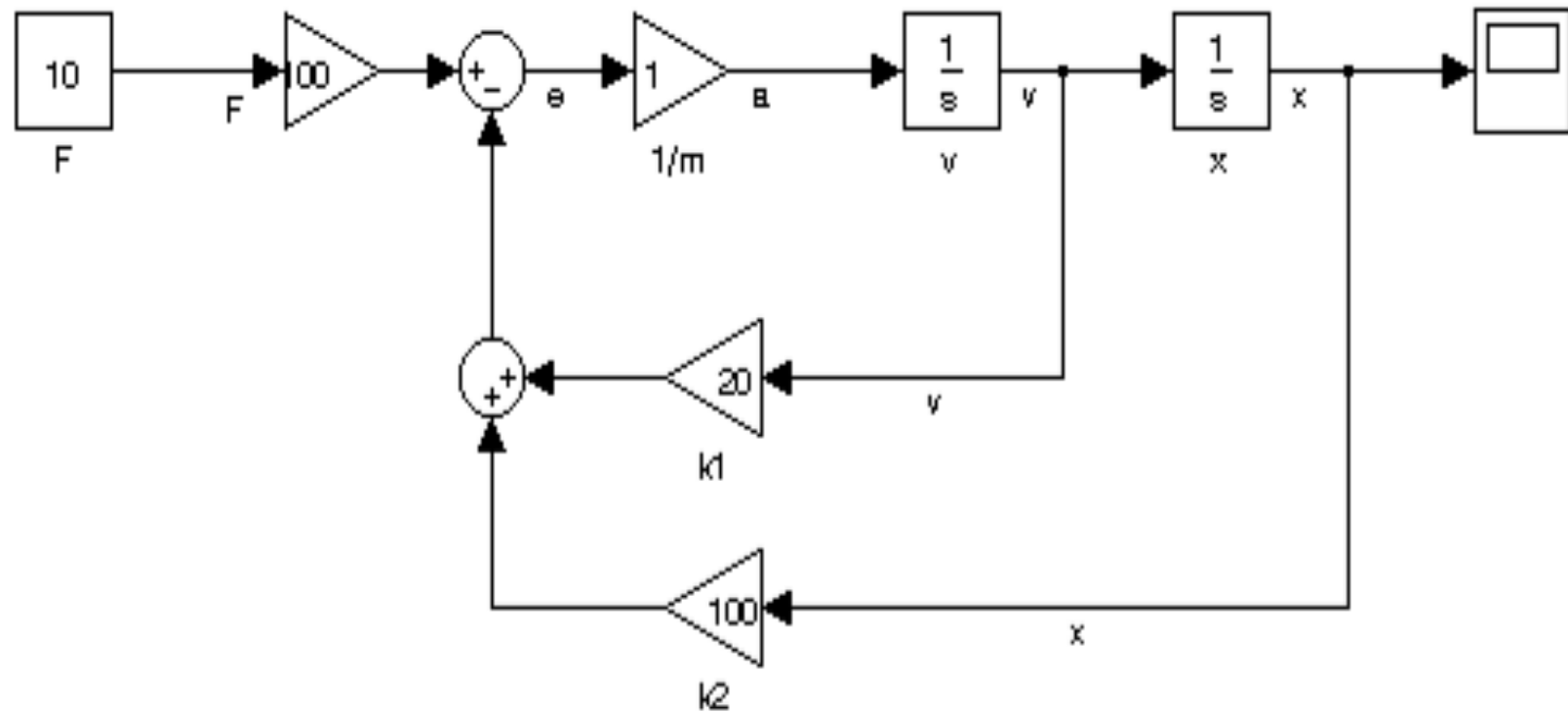
x

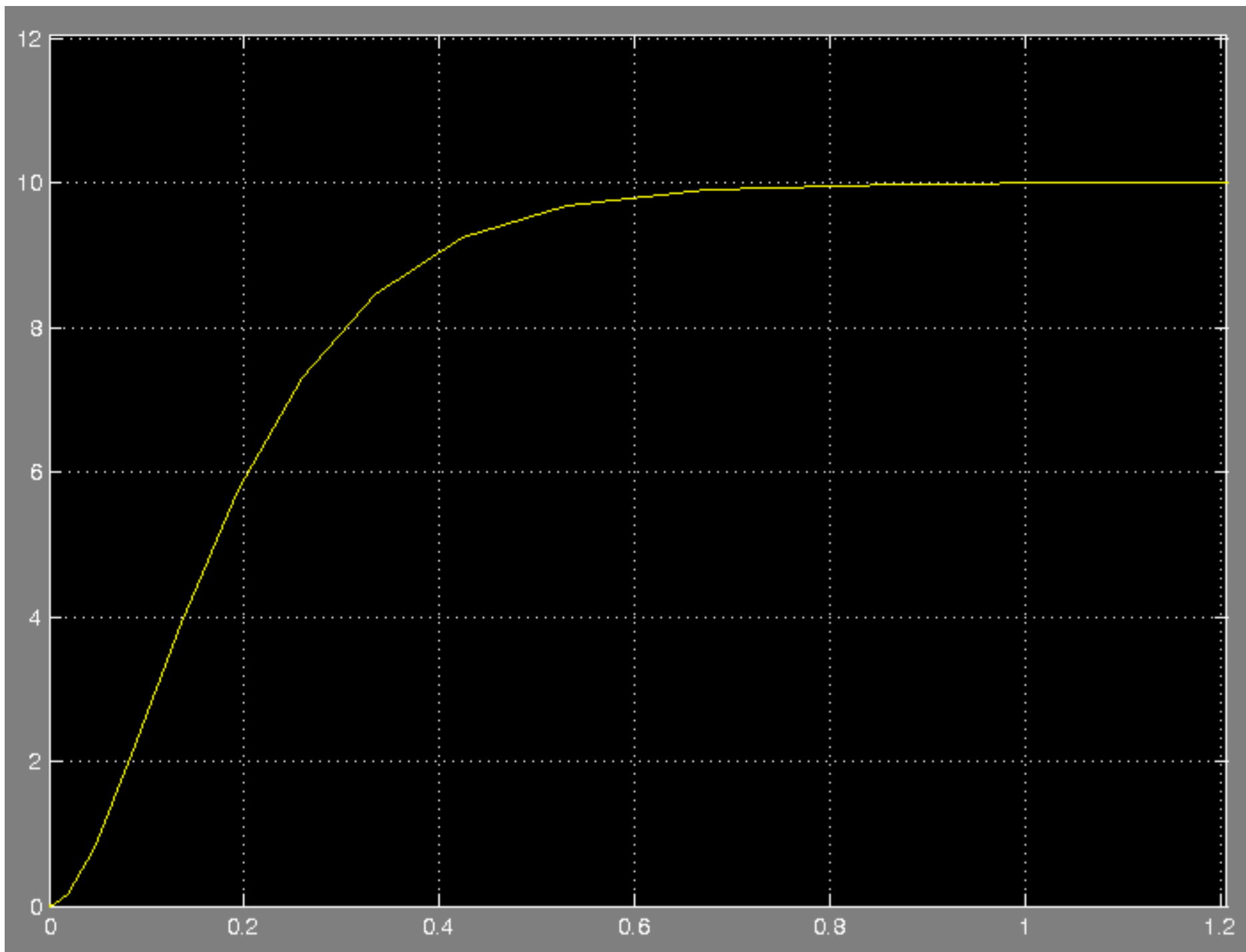


**HY BOT!**

# Модель

Теперь с регулятором!





**BOT TAK!**

# Итог

Теперь можно сказать нашему роботу, где он должен быть

# Итог

Теперь можно сказать нашему роботу, где он должен быть

Дать ему источник силы :)



# Итог

Теперь можно сказать нашему роботу, где он должен быть

Дать ему источник силы :)

И он туда обязательно доберется!

# Итог

Теперь можно сказать нашему роботу, где он должен быть

Дать ему источник силы :)

И он туда обязательно доберется!

Кстати это был П-регулятор.



# Спасибо за внимание!

Кононенко Сергей Андреевич

Email: [kononencheg@gmail.com](mailto:kononencheg@gmail.com)

Телефон: +7 (952) 232-90-25