

Робототехника

§ 1. Введение

§ 2. Управление роботами

§ 3. Алгоритмы управления роботами

Робототехника

§ 1. Введение

Роботы вокруг нас

«**Робот**» (чеш. *robota* — «подневольный труд»)

Промышленные роботы – станки с числовым программным управлением (**ЧПУ**):



Карел Чапек
(1890-1938)



Роботы вокруг нас

Домашние роботы



пылесос



сенокосилка



кормушка для кота

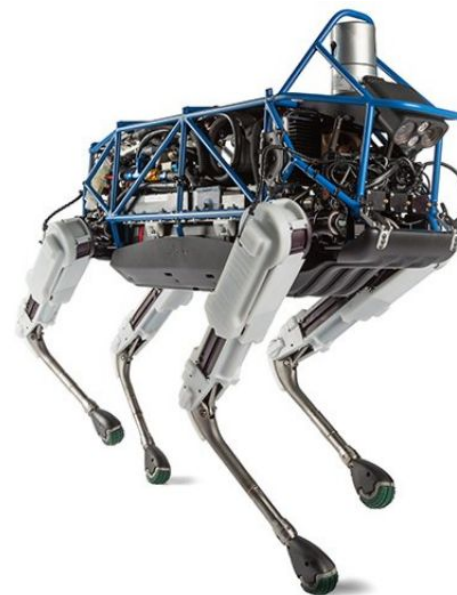
Роботы-андроиды:



Asimo (Honda)



www.bostondynamics.com



Роботы вокруг нас



беспилотные ЛА



боевой робот



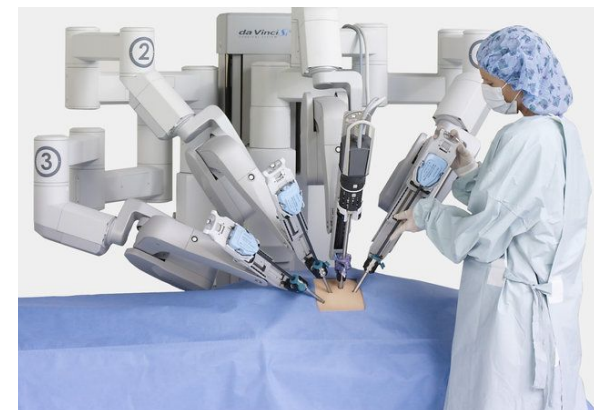
патрульный робот



беспилотные
автомобили



робот-пожарный



робот-хирург

Роботы вокруг нас

Автономный робот может:

- перемещаться и работать длительное время без вмешательства человека
- собирать информацию об окружающей среде
- приспосабливаться к изменению обстановки

Робототехника — это наука о разработке и использовании автоматизированных технических систем.

математика

кибернетика

автоматика

механика

искусственный интеллект

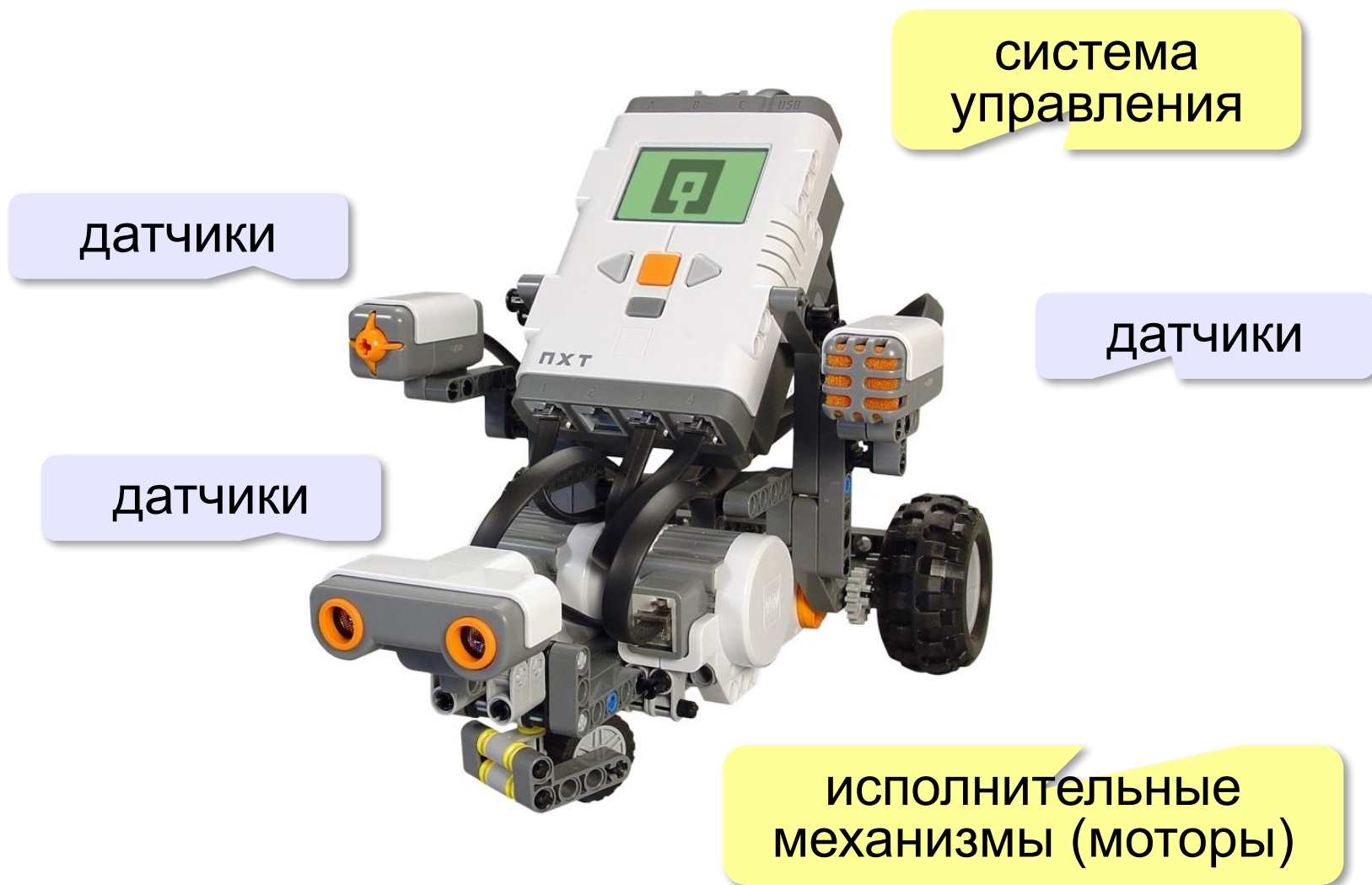
Три основных закона робототехники



Айзек Азимов
(1920-1992)

1. *Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред.*
2. *Робот должен повиноваться всем приказам, которые дает человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому закону.*
3. *Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому и Второму законам.*

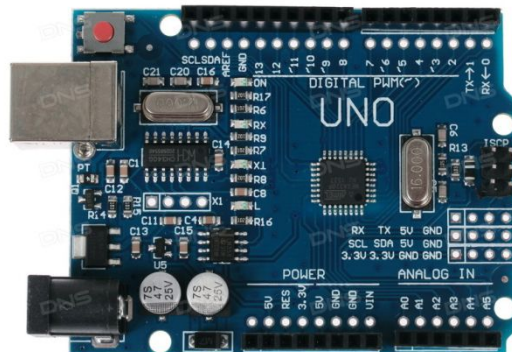
Из чего состоит робот?



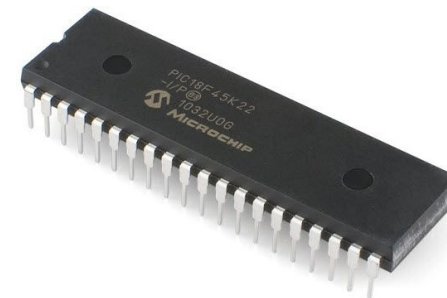
Система управления роботом



контроллер
LEGO EV3



контроллер
Arduino



микроконтроллер

- микропроцессор
- оперативная память (ОЗУ)
- постоянная память (ПЗУ)
- каналы ввода-вывода

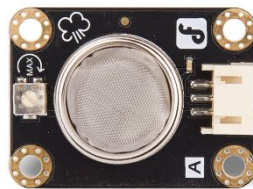
Датчики



датчик
освещённости



датчик
температуры



датчик
газа



датчик
движения



датчик
давления

Датчики из наборов *LEGO Mindstorms*:



датчик
касания



датчик звука



датчик расстояния



датчик цвета



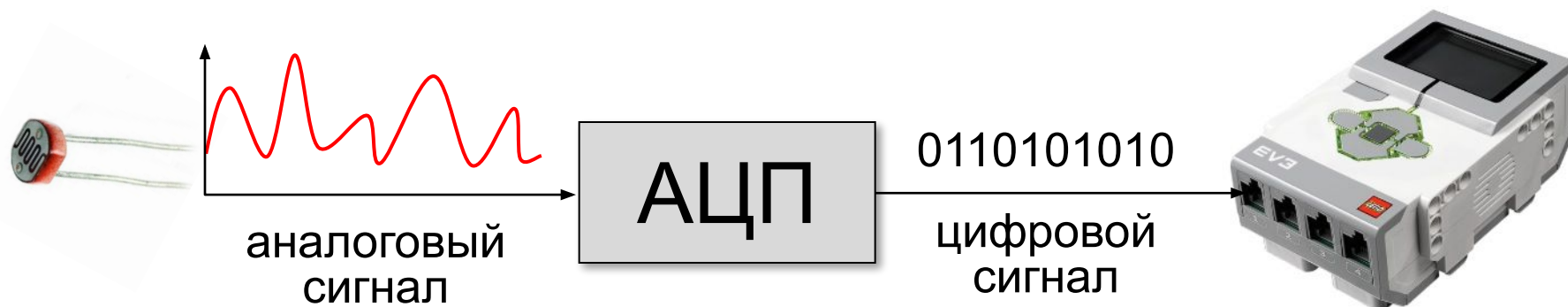
гироскопический
датчик



датчик ускорения

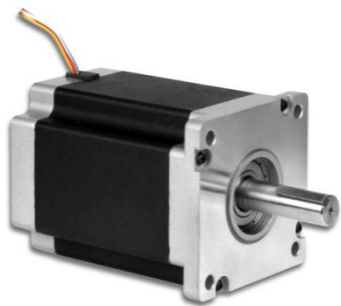
Датчики

Датчик — это устройство, которое измеряет какую-то физическую величину и выдаёт информацию о ней в виде электрического сигнала.



АЦП = **А**налого-**Ц**ифровой
Преобразователь

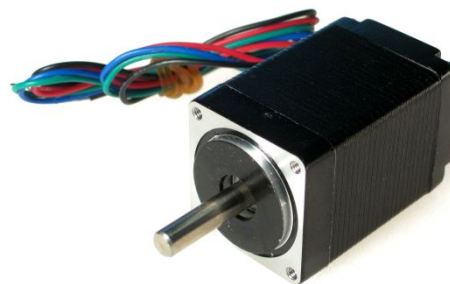
Исполнительные устройства



двигатель



моторы LEGO

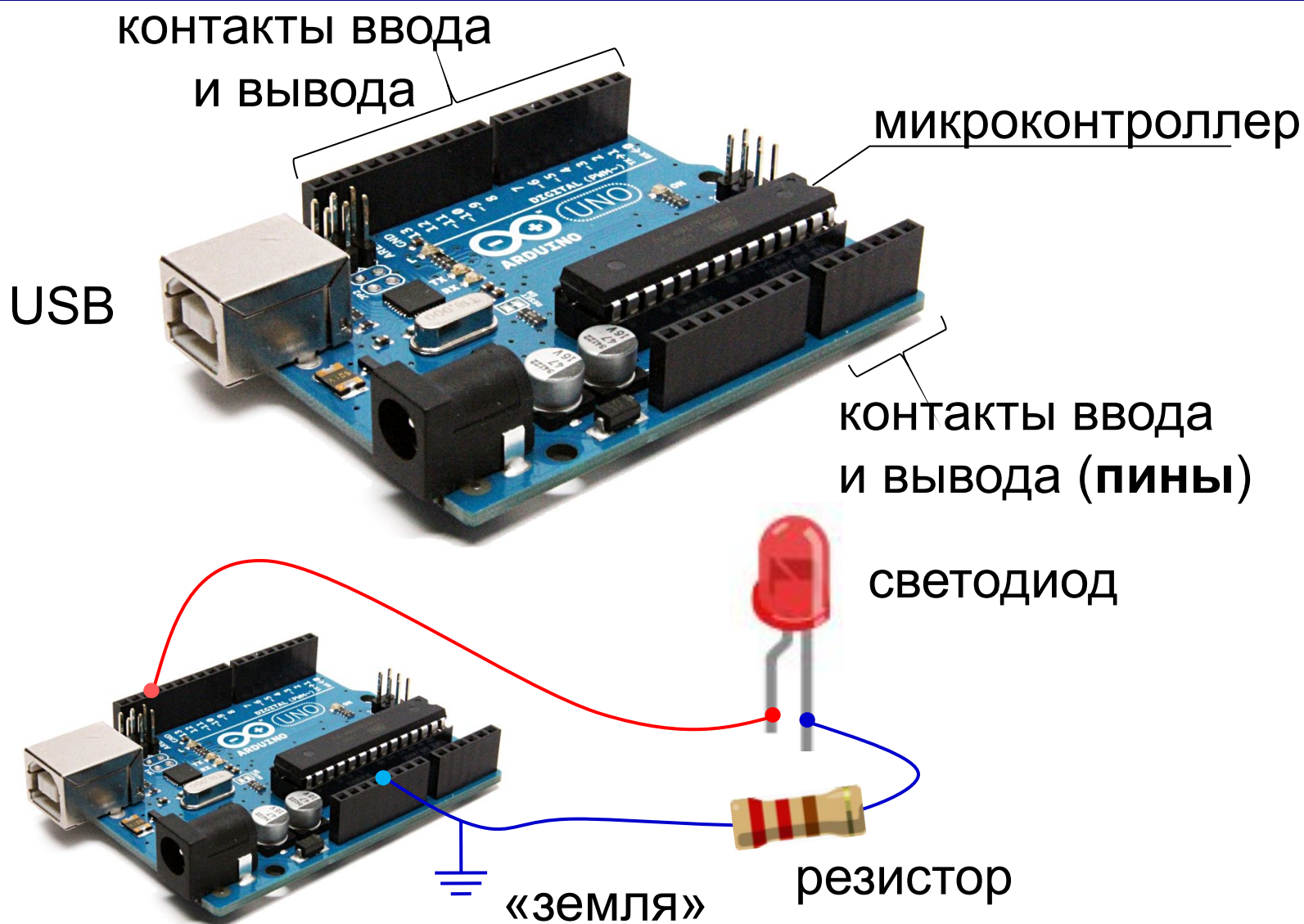


двигатели и приводы для использования с *Arduino*

Робототехника

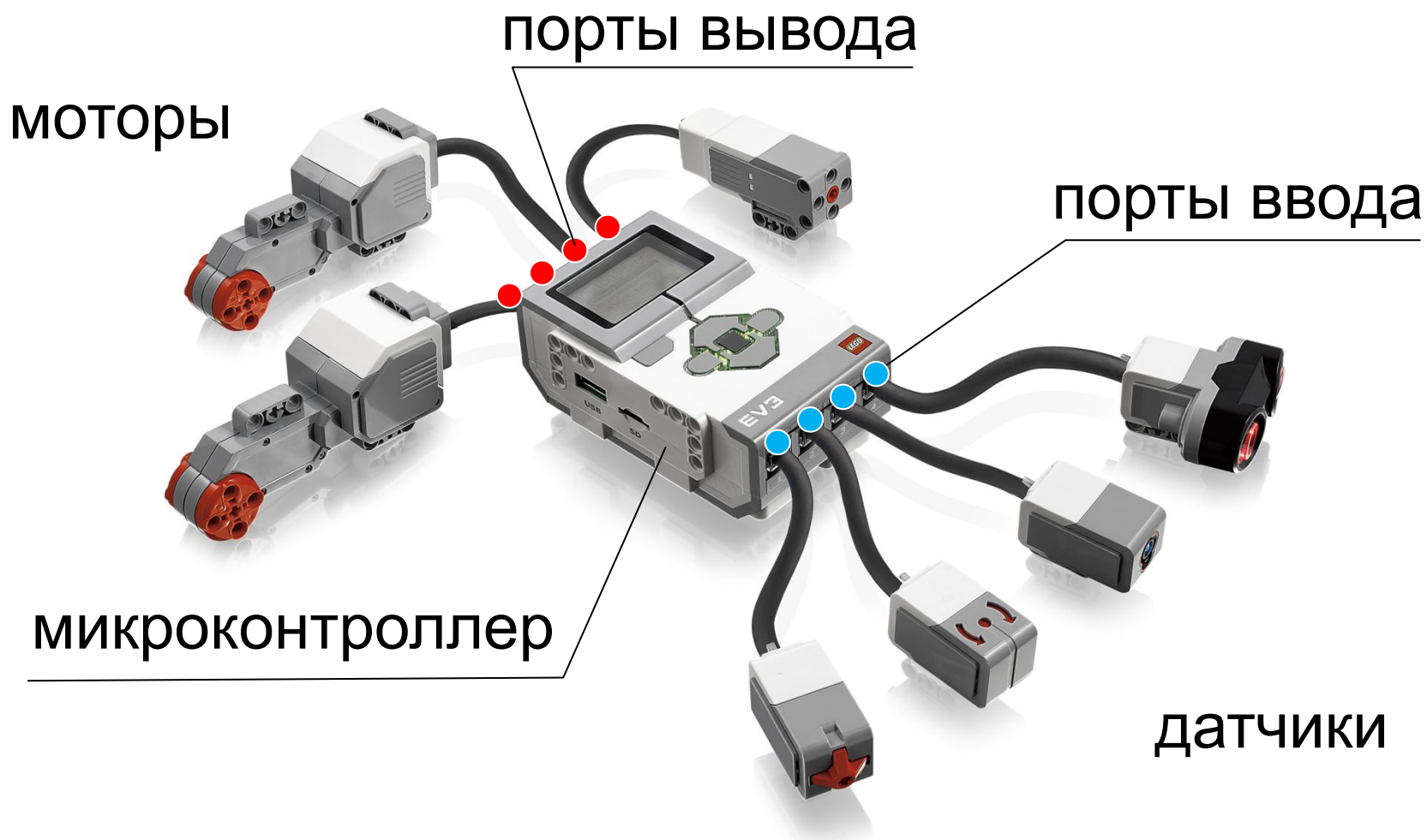
§ 2. Управление роботами

Контакты ввода и вывода



Порты ввода и вывода

Порты — это многоконтактные разъёмы.



Управление лампочками

номер пина

данные

0 – нет сигнала

255 – максимальный
сигнал

записать (n, d)

Лампочка подключена к пину 11:

записать (11, 255)

ждать (1000) | время в мс

записать (11, 0)



Что увидим?

Управление в цикле

нц

```
записать (11, 255)
```

```
ждать (1000) | время в мс
```

```
записать (11, 0)
```

кц

```
ждать (1000)
```



Что увидим?



Как добиться мигания?

Система команд роботов

Команды управления:

- задать мощность каждого мотора
- выбрать направление вращения
- включить мотор
- выключить мотор
- повернуть вал на заданный угол (?)

Команды обратной связи:

- сигналы с датчиков

Управление без обратной связи

номер
мотора

МОЩНОСТЬ В %

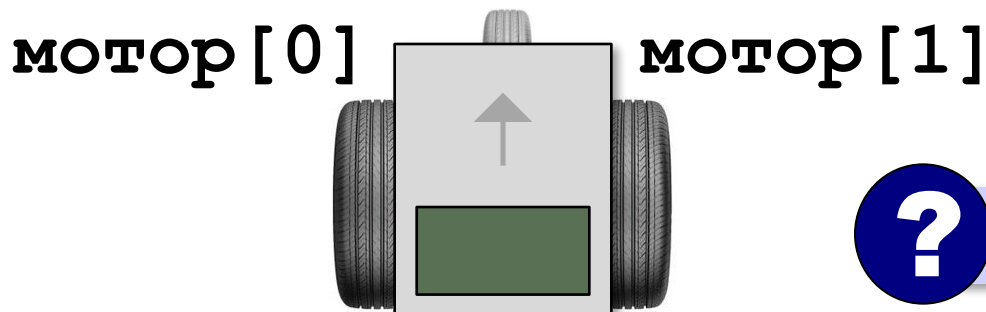
0 – стоп

100 – «полный вперёд»

–100 – «полный назад»

мотор [n] := d

не управляется



? Что увидим?

мотор [0] := 100
ждать (2000)
мотор [0] := 0

мотор [0] := 100
мотор [1] := -100

Управление без обратной связи

```
мотор [0] := 100  
мотор [1] := -100  
ждать (1000)  
мотор [0] := 0  
мотор [1] := 0
```

```
мотор [0] := 100  
мотор [1] := 0  
ждать (1000)  
мотор [0] := 0  
мотор [1] := 0
```



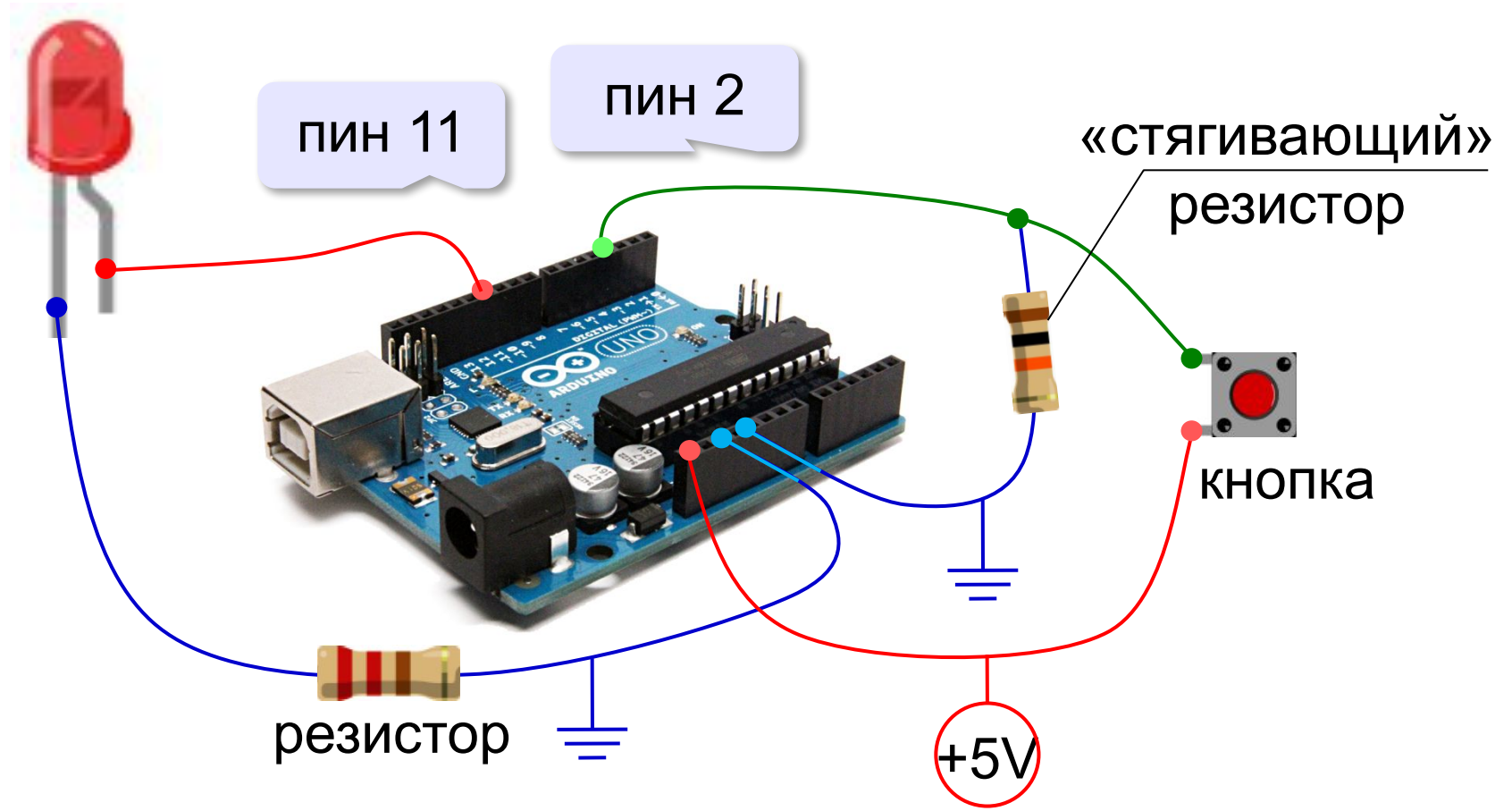
В чём разница?

Робототехника

§ 3. Алгоритмы управления роботами

Управляющие кнопки

СВЕТОДИОД



Управляющие кнопки

цел x бесконечный цикл

нц

x := прочитать (2)

если x = 255 то

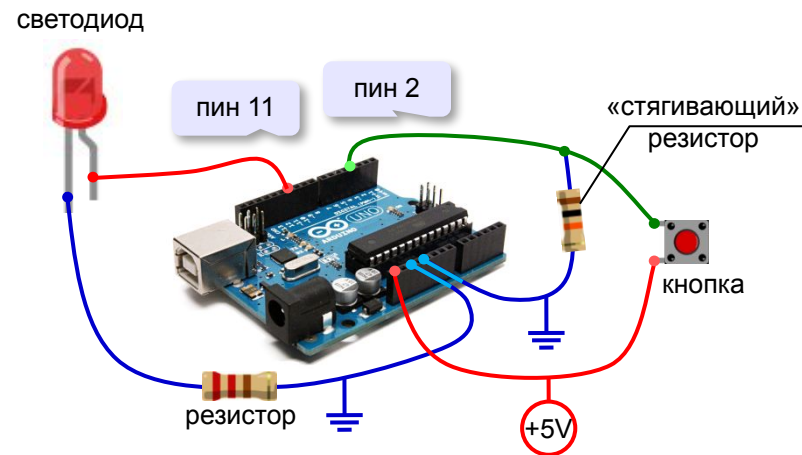
записать (11, 255)

иначе

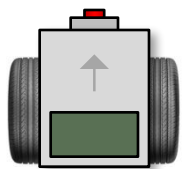
записать (11, 0)

все

кц



Датчик касания (кнопка)



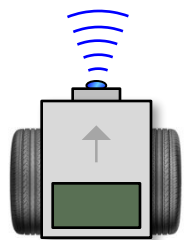
0 – нет касания
255 – есть касание

```
мотор [0] :=100  
мотор [1] :=100  
нц пока датчик [0] <>255  
    ждать (1)  
кц  
мотор [0] :=0  
мотор [1] :=0
```

пока не
коснулся

чтобы не
«зависла»

Сонар (датчик расстояния)



0 – расстояние 0
255 – 10 м или более

? А если $0 < d < 255$?

Одна единица: $10 : 255 \text{ м} = 10 \cdot 100 : 255$

$$d \text{ единиц: } S = \frac{d^{\text{м}} \cdot 10 \cdot 100}{255} \text{ см}$$

$$50 \text{ единиц: } S = \frac{50 \cdot 10 \cdot 100}{255} \approx 196 \text{ см}$$

? Как подъехать на 30 см?

Сонар (датчик расстояния)

? Как подъехать на 30 см?

$$d = ?$$

$$S = \frac{d \cdot 10 \cdot 100}{255} \text{ см}$$

$$d = \frac{S \cdot 255}{10 \cdot 100} = \frac{30 \cdot 255}{10 \cdot 100} \approx 7,65 \rightarrow 8$$

! Ровно на 30 см не подъехать!

$$S_8 = \frac{8 \cdot 10 \cdot 100}{255} \approx 31,37 \text{ см}$$

Погрешность датчика

Возможная ошибка – 1 единица:

$$d = 7 : S_7 = \frac{7 \cdot 10 \cdot 100}{255} \approx 27,45 \text{ см} \quad \text{ошибка} \approx 3 \text{ см}$$

$$d = 9 : S_7 = \frac{9 \cdot 10 \cdot 100}{255} \approx 35,29 \text{ см} \quad \text{ошибка} \approx 5 \text{ см}$$



При $S = 30$ см может быть ошибка до 5 см!

Относительная ошибка:

$$\delta S = \frac{\Delta S}{S} \cdot 100\% = \frac{5}{30} \cdot 100\% \approx 17\%$$



Как изменится при $S = 2$ м?

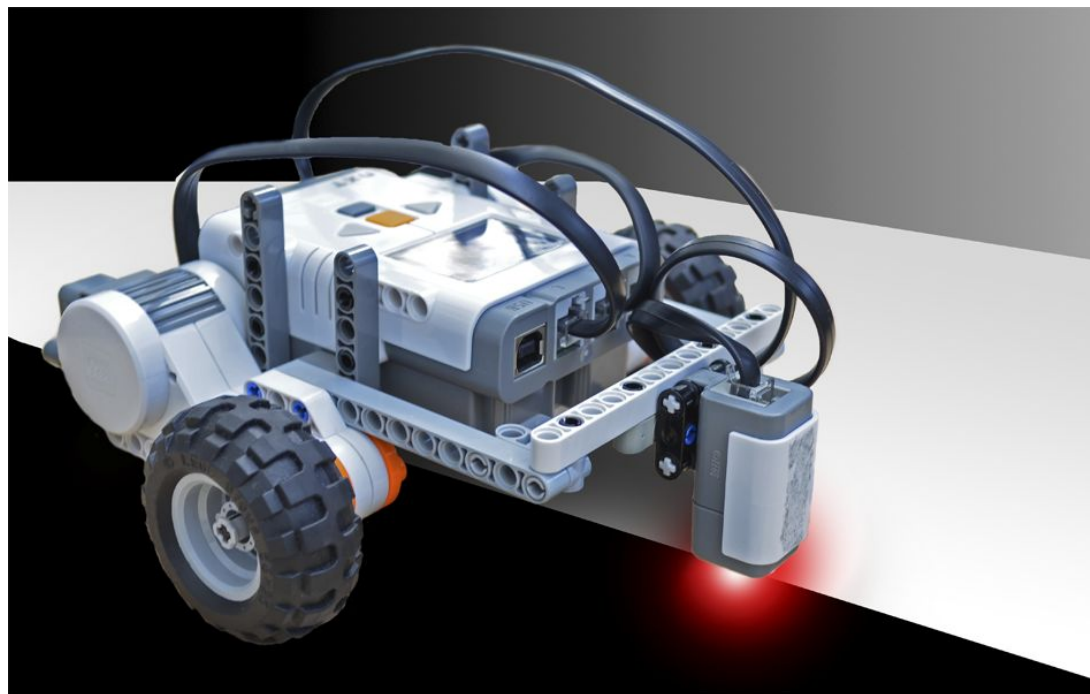
Программа, использующая сонар

```
мотор [0] := 100  
мотор [1] := 100  
нц пока датчик [0] > 8  
    ждать (1)  
кц  
мотор [0] := 0  
мотор [1] := 0
```



Почему плохо датчик [0] <> 8 ?

Движение по линии



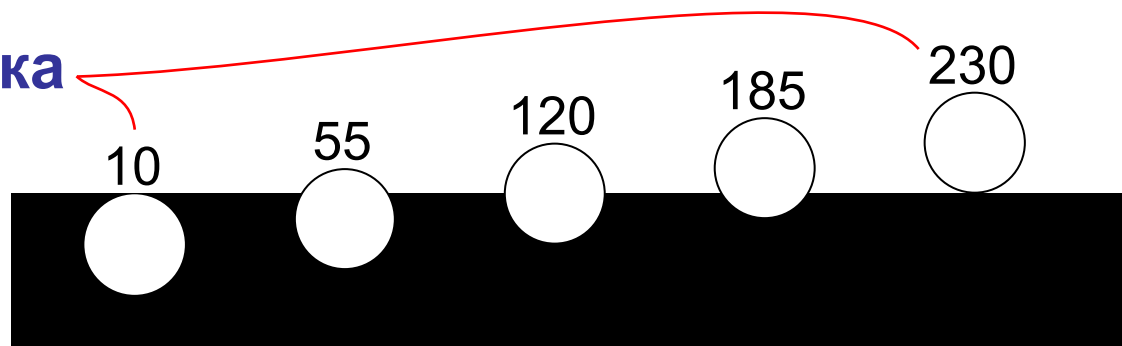
датчик
освещённости



0 – чёрный
255 – белый

Реальность:

калибровка



Релейное управление

Реле — это устройство, которое по сигналу на входе переключается между двумя состояниями («включено»-«выключено»).

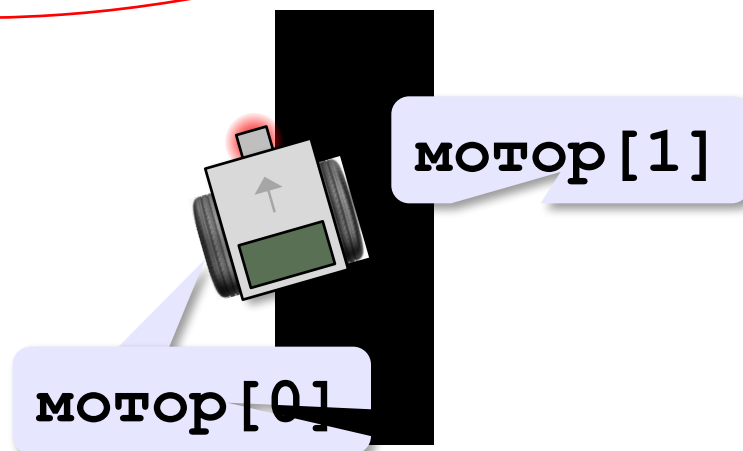
калибровка: 10 – чёрный, 230 – белый

средний уровень серого: $(10 + 230) : 2 = 120$

```
нц
  если датчик[0]>120 то
    | повернуть вправо

  иначе
    | повернуть влево

все
кц
```



! Робот «дёргается»!

Пропорциональное управление

Идея: чем меньше отклонение, тем меньше управляющий сигнал.

вещи, $k=0.5$

коэффициент усиления

нц

$u := k * (120 - \text{датчик}[0])$

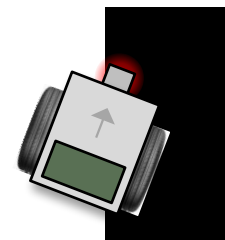
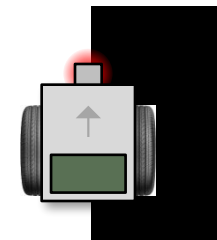
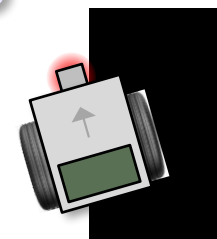
$\text{мотор}[0] := 50 - u$

$\text{мотор}[1] := 50 + u$

управление

кц

датчик [0]	u	мотор [0]	мотор [1]
220	-50	100	0
120	0	50	50
20	50	0	100



Конец фильма

ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич

д.т.н., учитель информатики

ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург

kpolyakov@mail.ru

ЕРЕМИН Евгений Александрович

к.ф.-м.н., доцент кафедры мультимедийной

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

eremin@pspu.ac.ru

Источники иллюстраций

1. ru.wikipedia.org
2. www.brighthubengineering.com
3. www.woodcraft.com
4. gearpatrol.com
5. www.robotshop.com
6. www.robotonline.net
7. www.bostondynamics.com
8. www.digitaltrends.com
9. www.coolthings.com
10. www.npr.org
11. robotig.com
12. bricker.ru
13. www.hobbytronics.co.uk
14. иллюстрации художников издательства «Бином»
15. авторские материалы