

# **ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

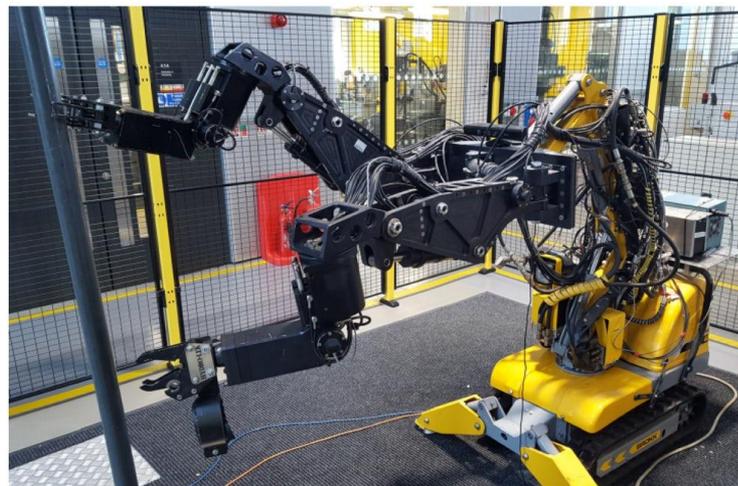
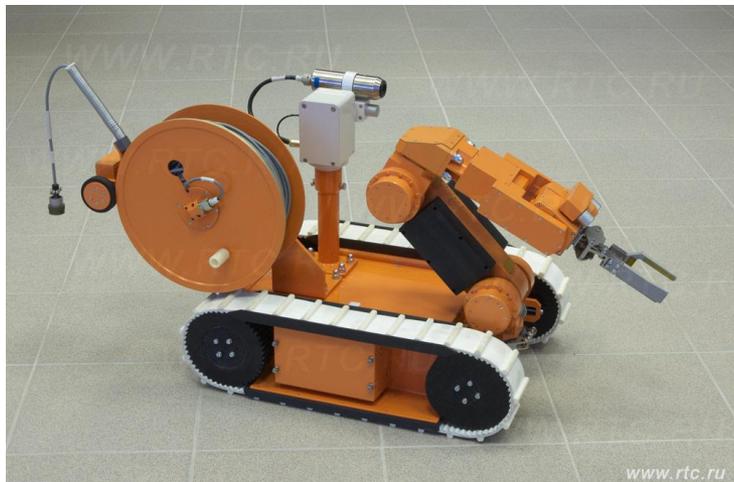
**Тема: «Разработка системы управления электропривода  
трехколесного мобильного робота всенаправленного  
движения  
на базе микроконтроллера STM32F4»**

**Студента: Пушкаря Максима Сергеевича**

**Руководитель: доцент**

**Мирошник Денис Николаевич**

# АКТУАЛЬНОСТЬ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ



# КОЛЕСА ВСЕНАПРАВЛЕННОГО ДВИЖЕНИЯ



## Цель работы

**Целью работы** является разработка системы управления электроприводом трехколесного мобильного робота всенаправленного движения.

Для достижения данной цели необходимо выполнить основные задачи:

- 1) выполнить разработку и подбор аппаратной части робота и составить электрическую схему подключения компонентов;
- 2) разработать контуры регулирования скорости колес робота
- 3) разработать математические модели, реализующие алгоритмы передвижения робота;

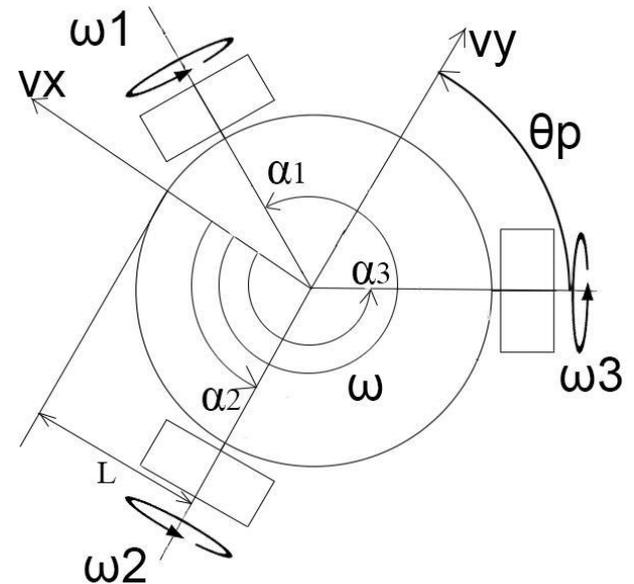
# Кинематика трехколесного омни-робота

## □ Уравнение прямой кинематики

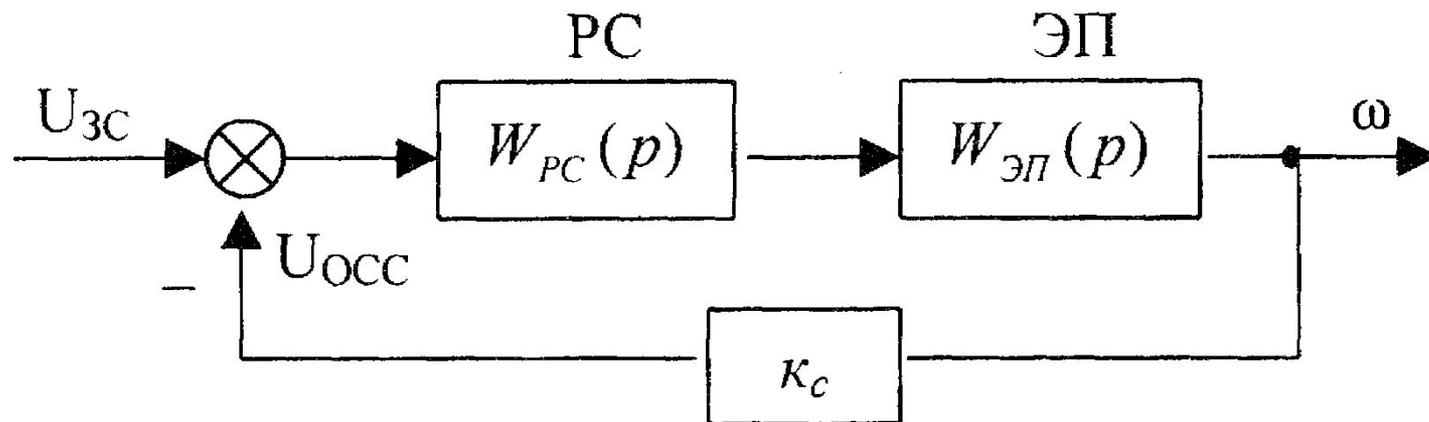
$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{bmatrix} = \frac{R}{3} \begin{bmatrix} \sin(\alpha_1) & \sin(\alpha_2) & \sin(\alpha_3) \\ -\cos(\alpha_1) & -\cos(\alpha_2) & -\cos(\alpha_3) \\ -\frac{1}{L} & -\frac{1}{L} & -\frac{1}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \end{bmatrix}$$

## Уравнение обратной кинематики

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{bmatrix}$$



## Функциональная схема контура скорости



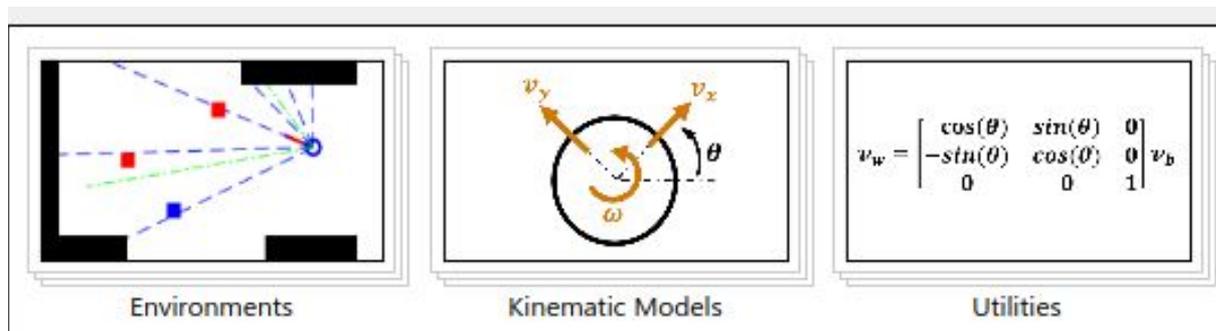
$U_{zc}$  - задание скорости;  $U_{ocс}$  - сигнал обратной связи по скорости;  $PC$  - регулятор скорости;  $k_c$  - коэффициент обратной связи по скорости;  $W_{ЭП}(p)$  - передаточная функция электропривода с внутренним контуром регулирования

- Функц схем контур скор, исп ваюнГ, симулинк

# Обзор приложений **Matlab** для моделирования роботов

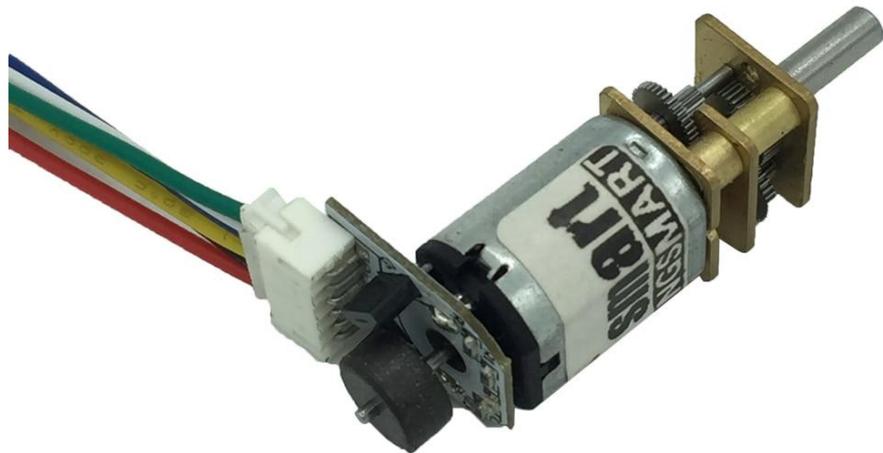


## Robotics System Toolbox



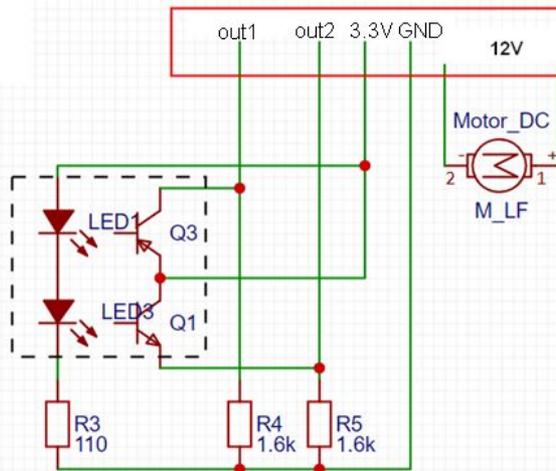
## Mobile Robotics Simulation Toolbox

# Разработка аппаратной части

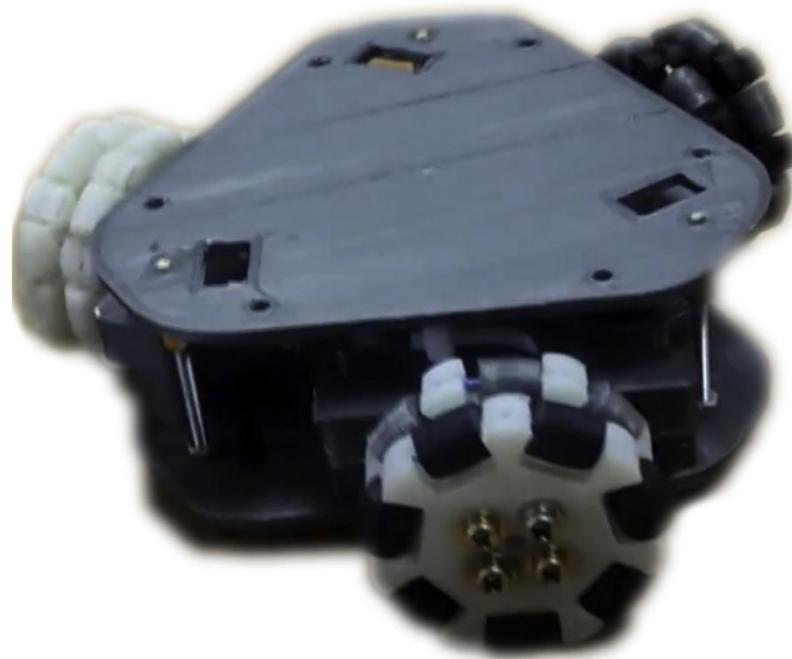
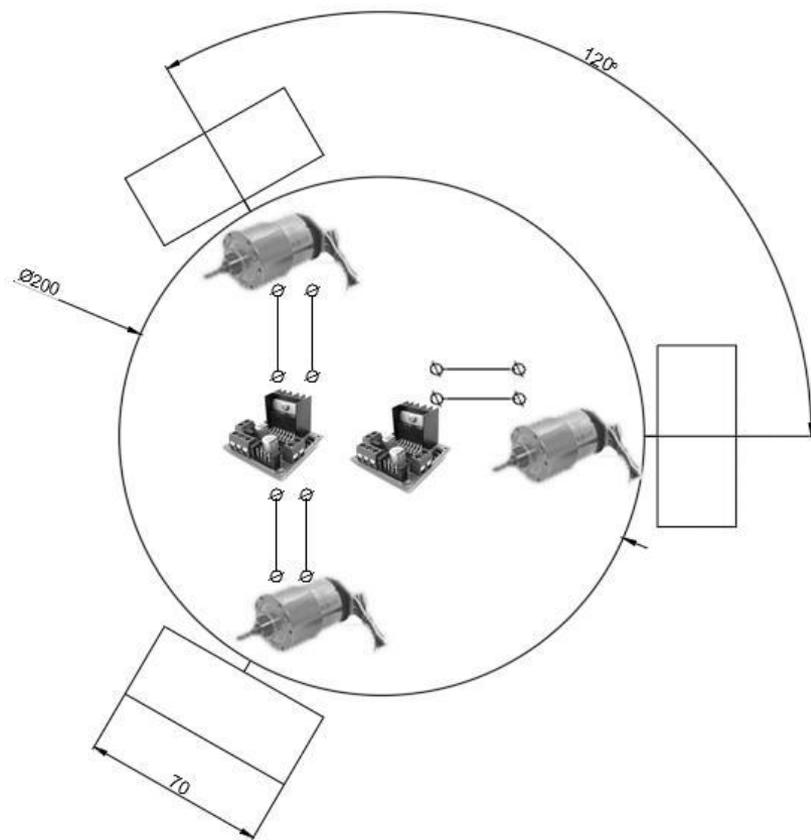


## Характеристики мотора:

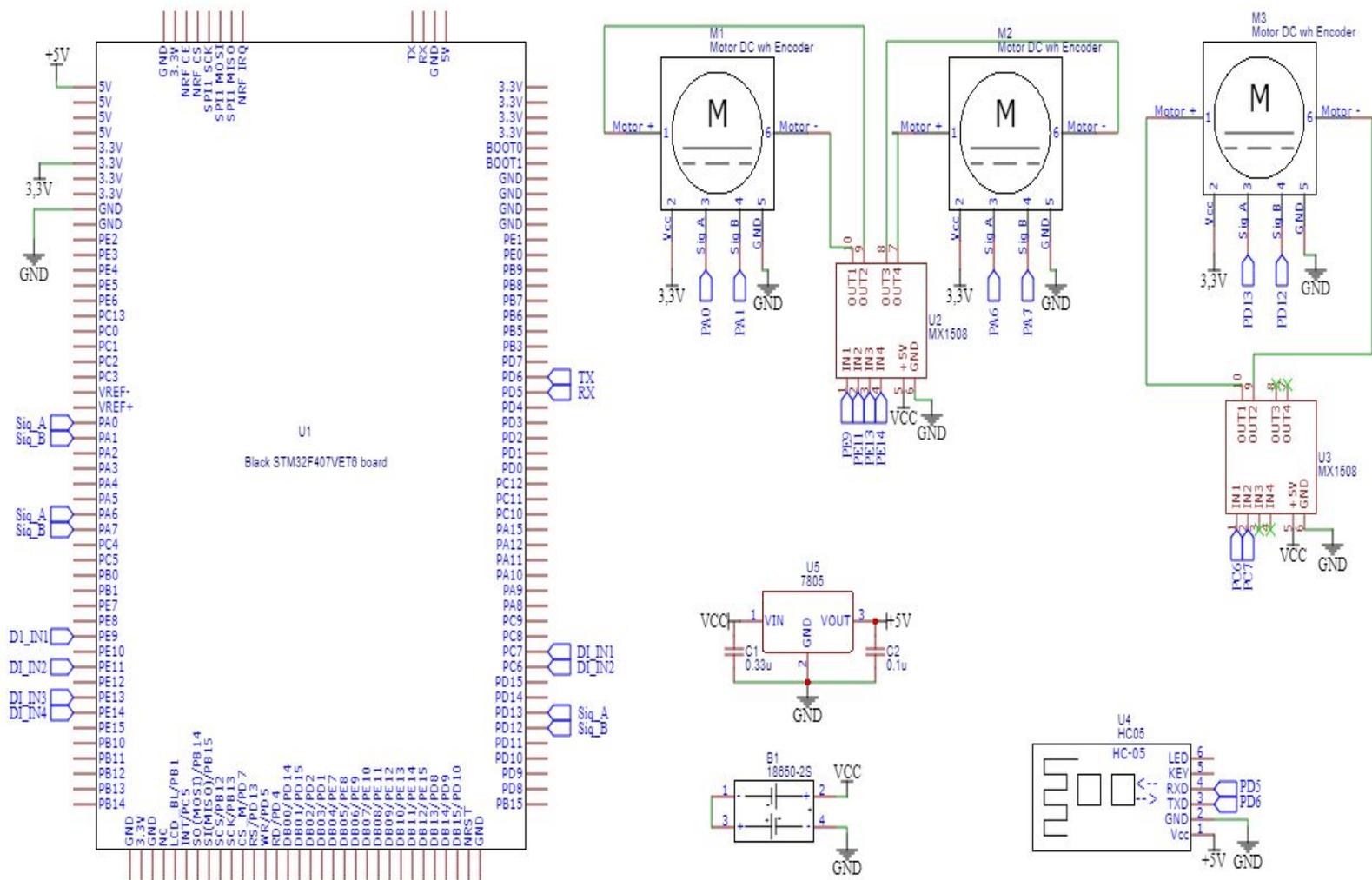
- диапазон напряжения: 3-12В постоянного тока
- номинальное напряжение: 6В постоянного тока
- ток под нагрузкой: 0,1А
- скорость холостого хода: 300 об/мин
- скорость под нагрузкой: 240 об/мин
- передаточное число редуктора: 1:50



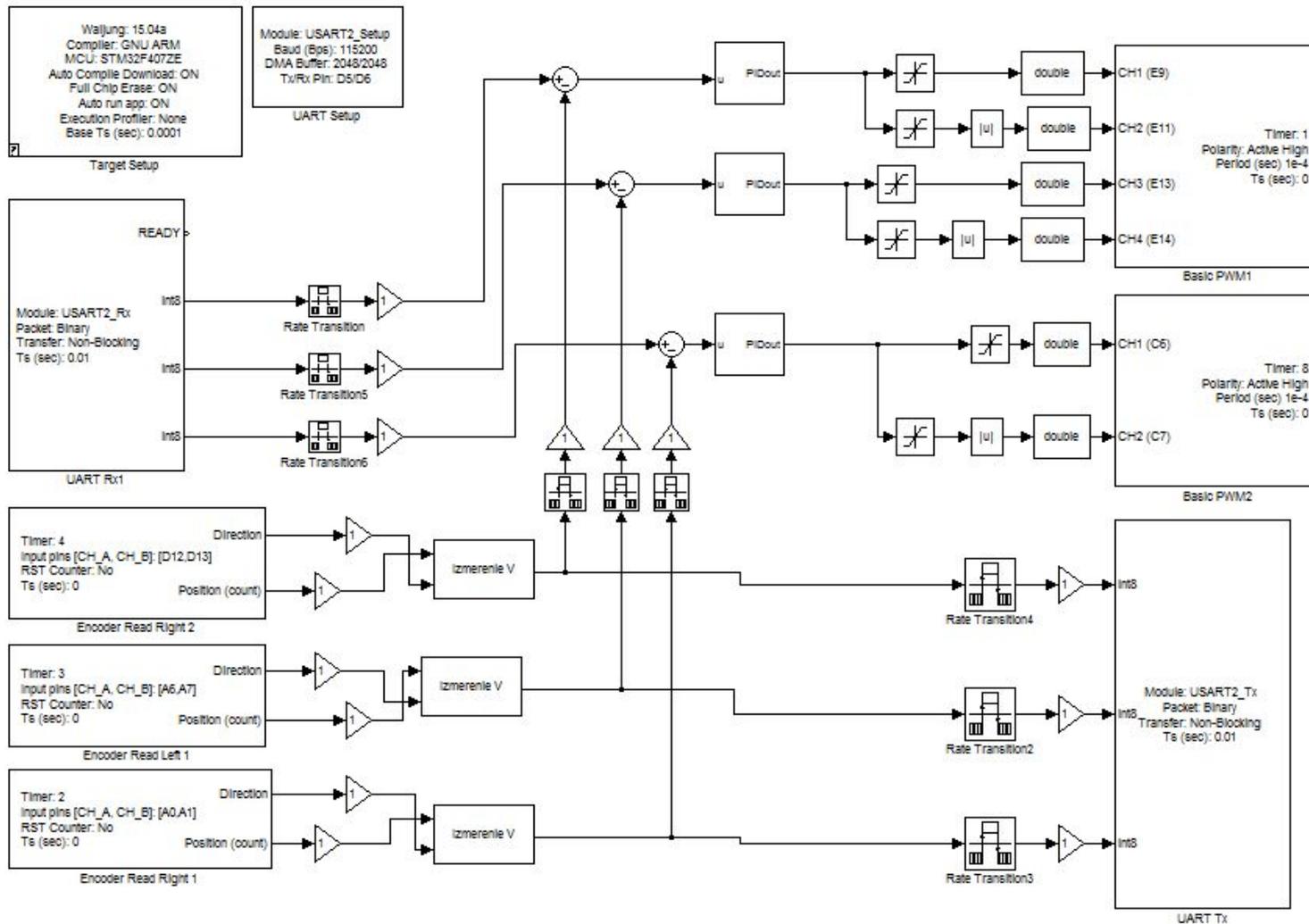
# Разработка аппаратной части



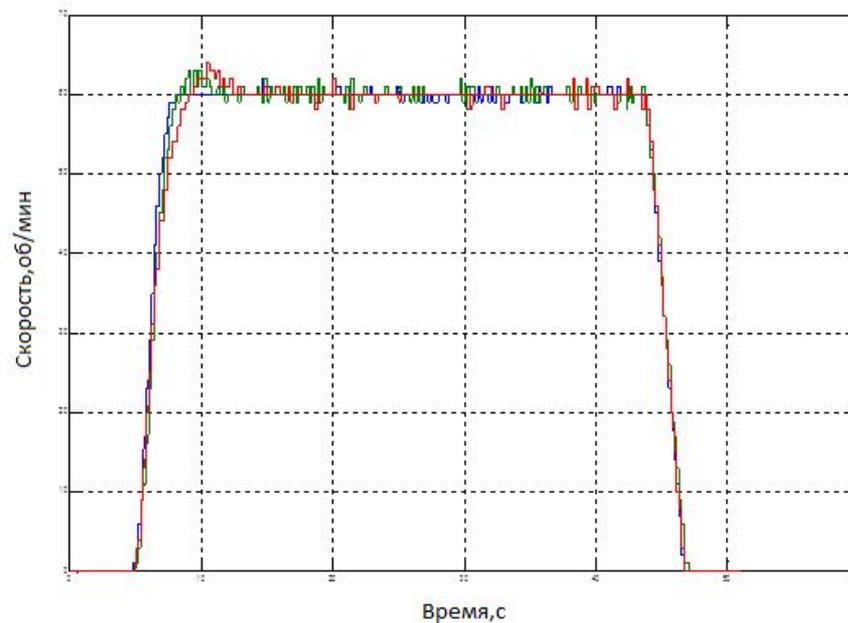
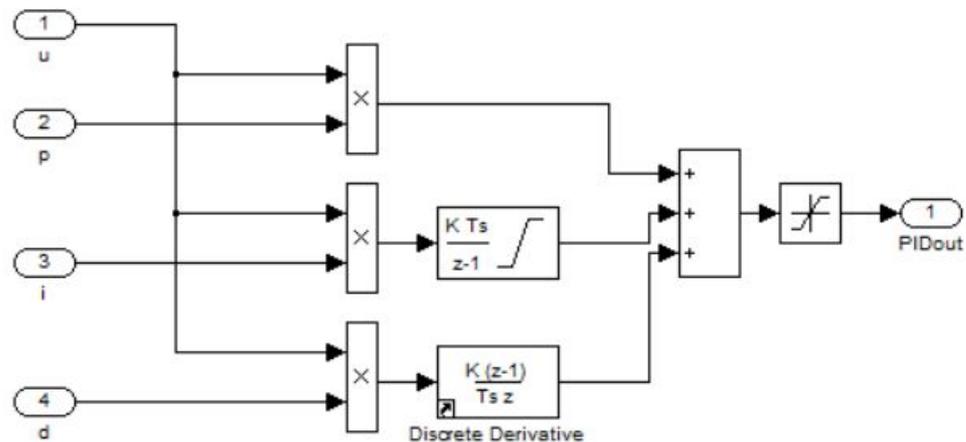
# Принципиальная схема



# Замкнутая система управления



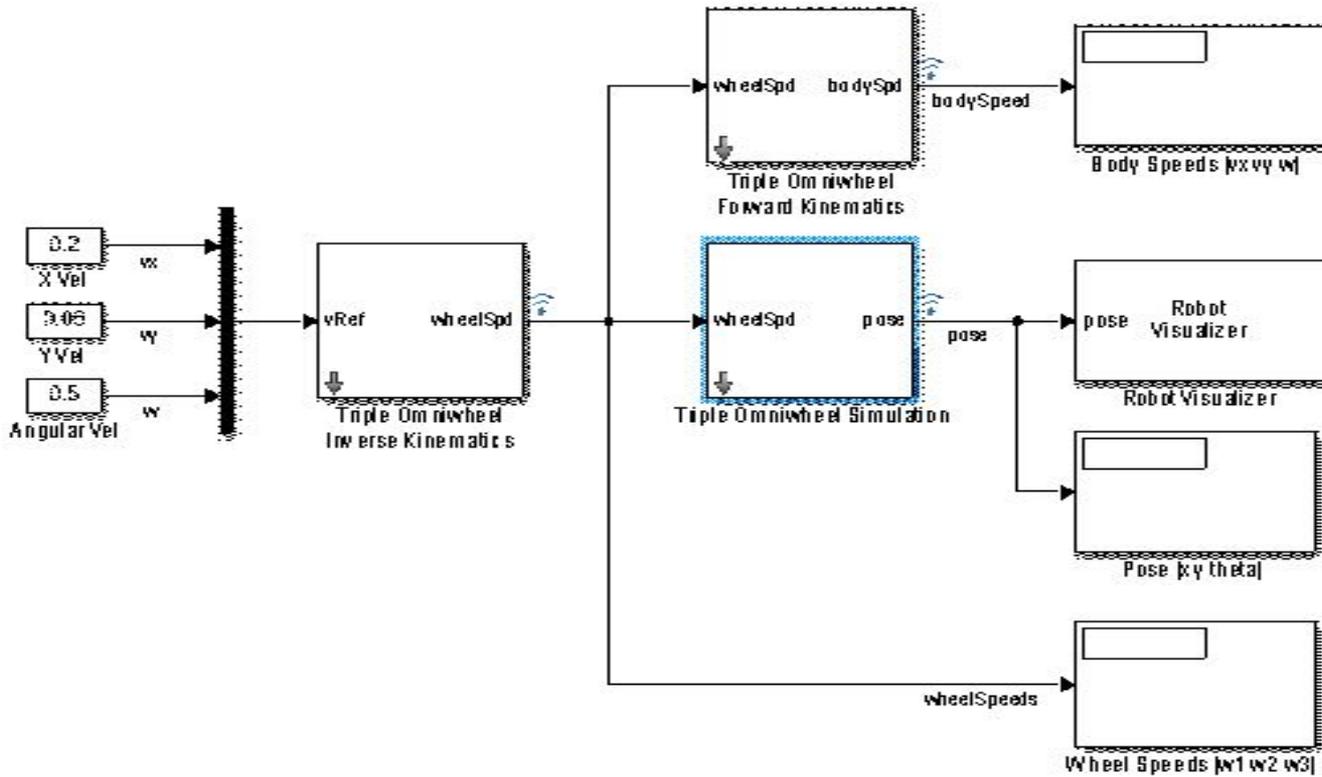
# Первоначальная настройка ПИД-регулятора



# Моделирование движения робота

## Three-Wheeled Omniwheel Kinematics

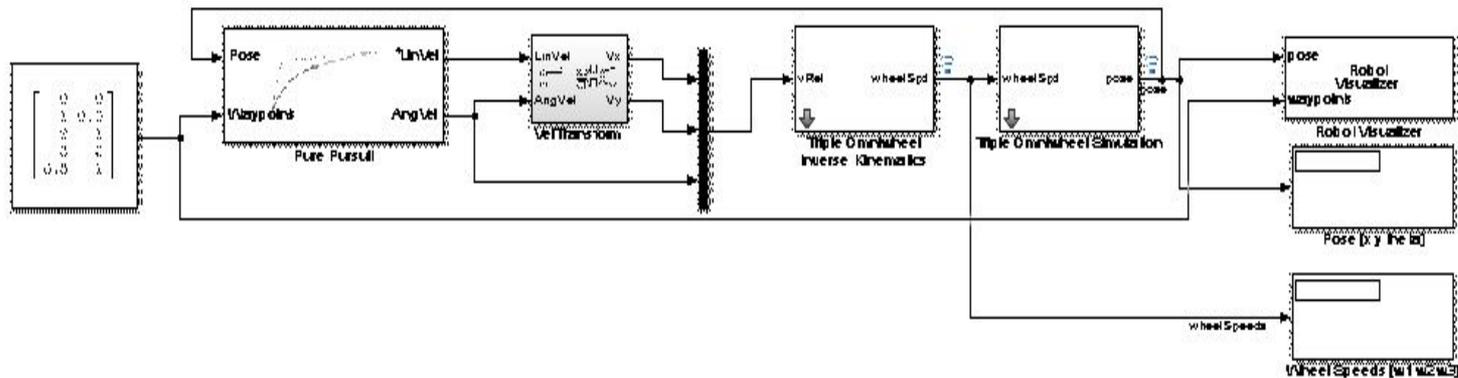
Copyright 2018 The MathWorks, Inc.



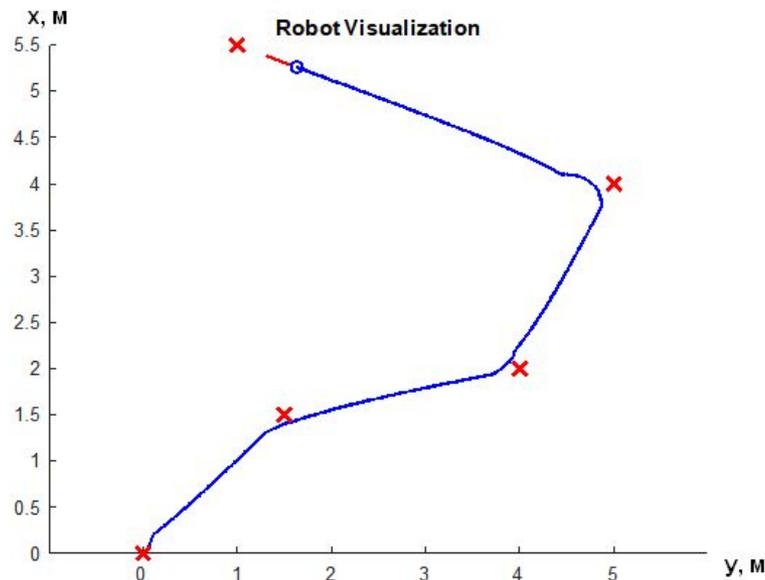
Общий вид модели робота

## □ Видео движ

# Моделирование планирования траектории движения

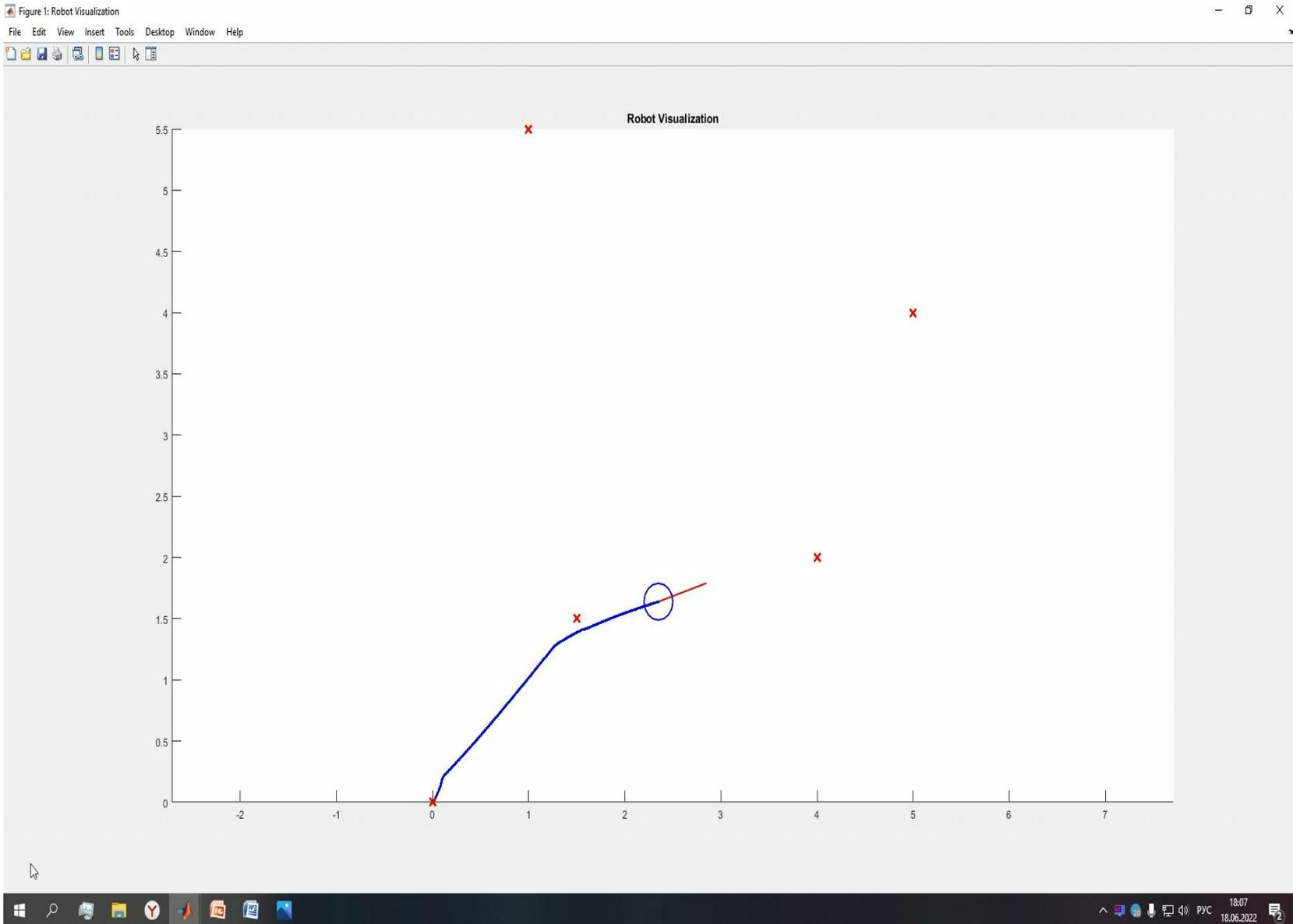


Модель робота с алгоритмом «Pure Pursuit»

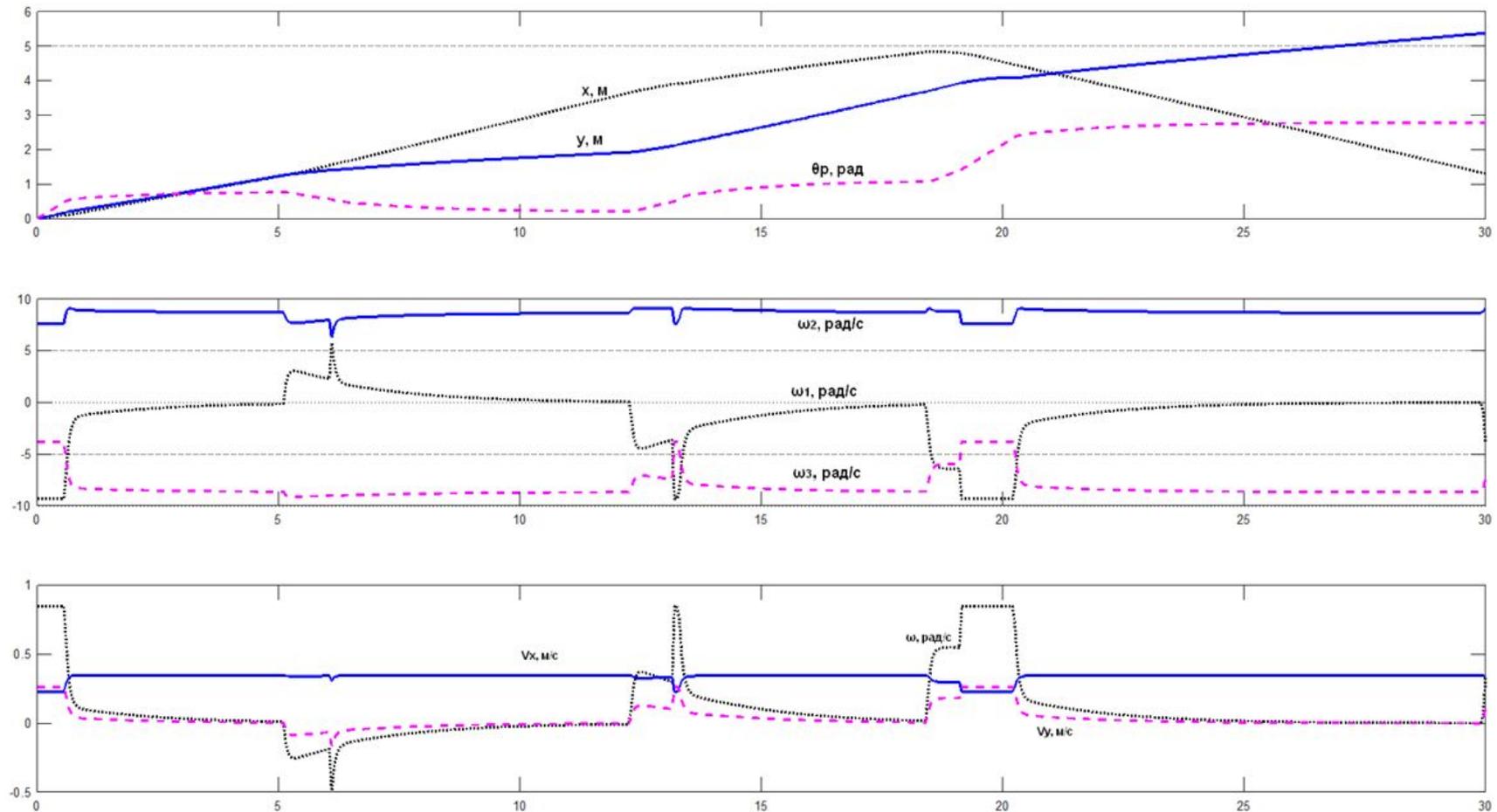


Результат моделирования

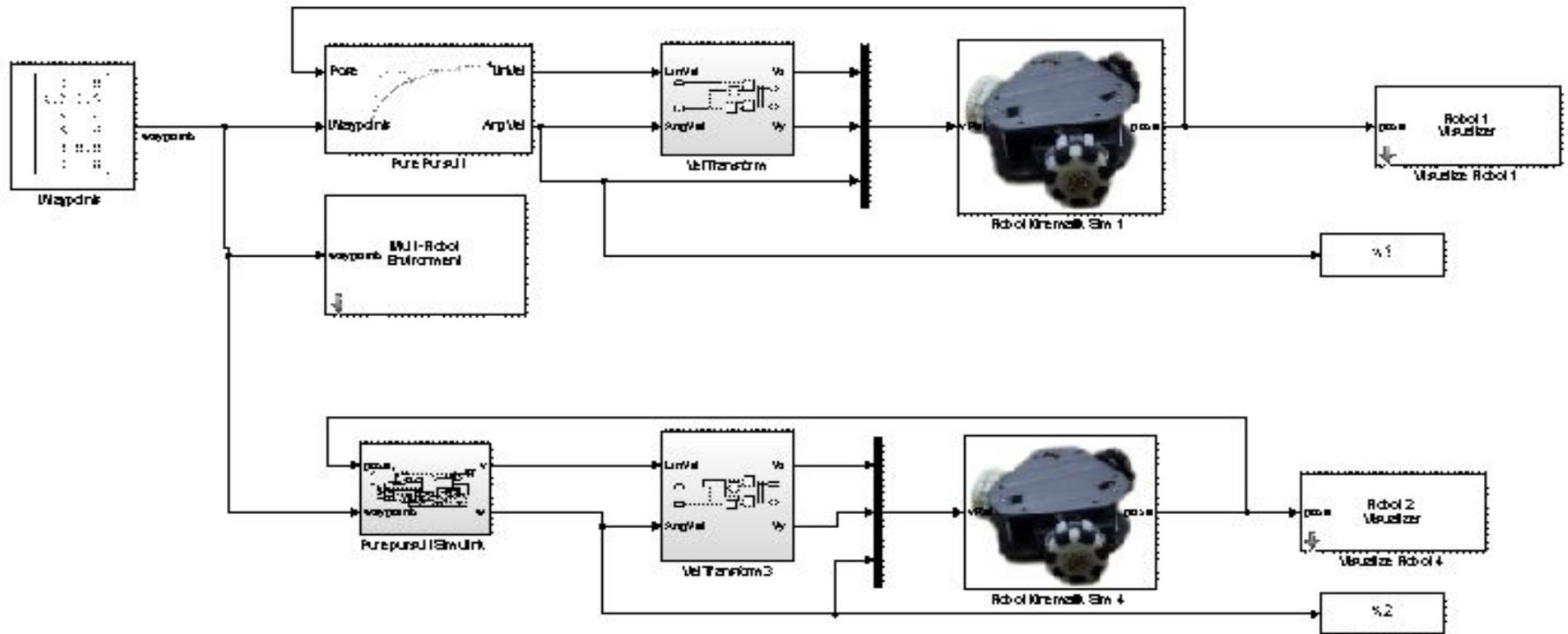
# РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ



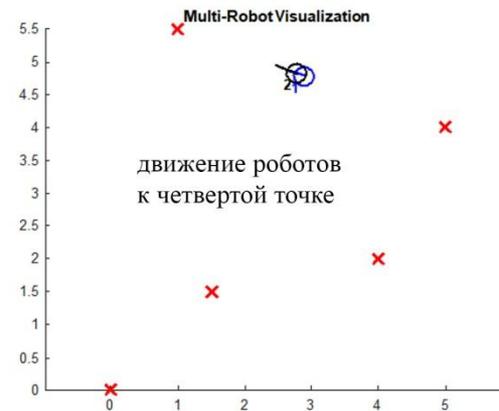
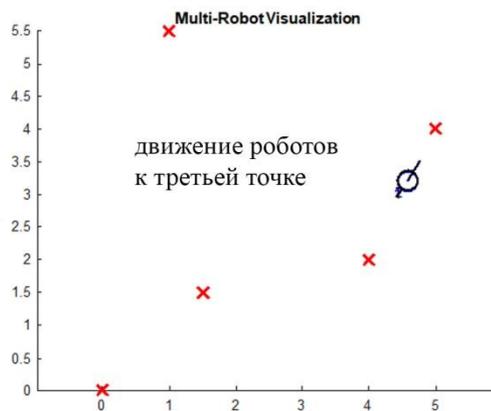
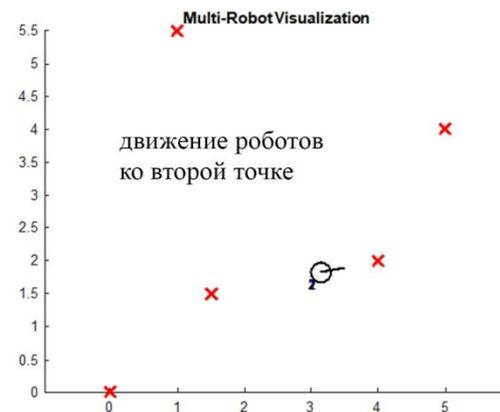
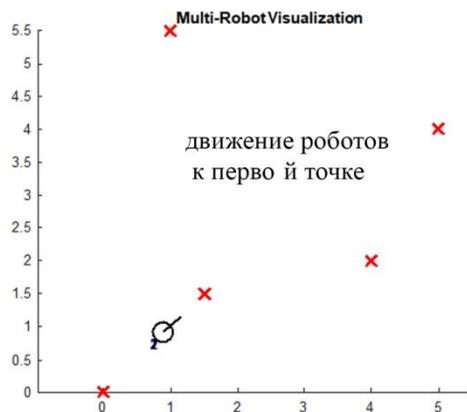
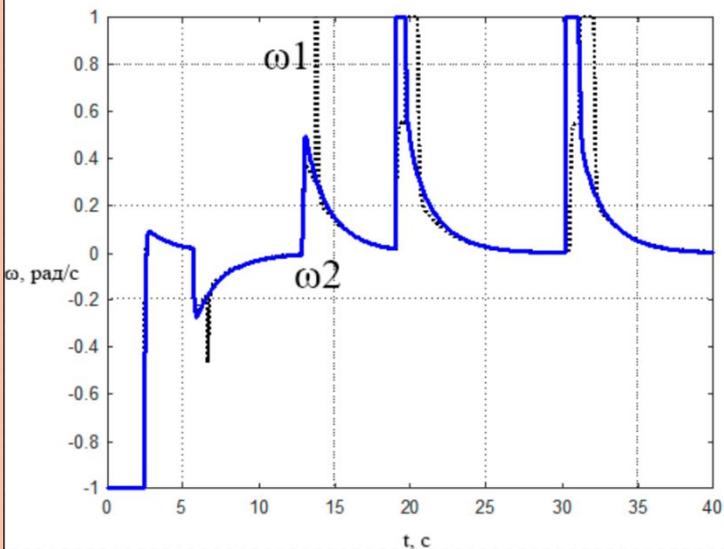
# Результаты моделирования



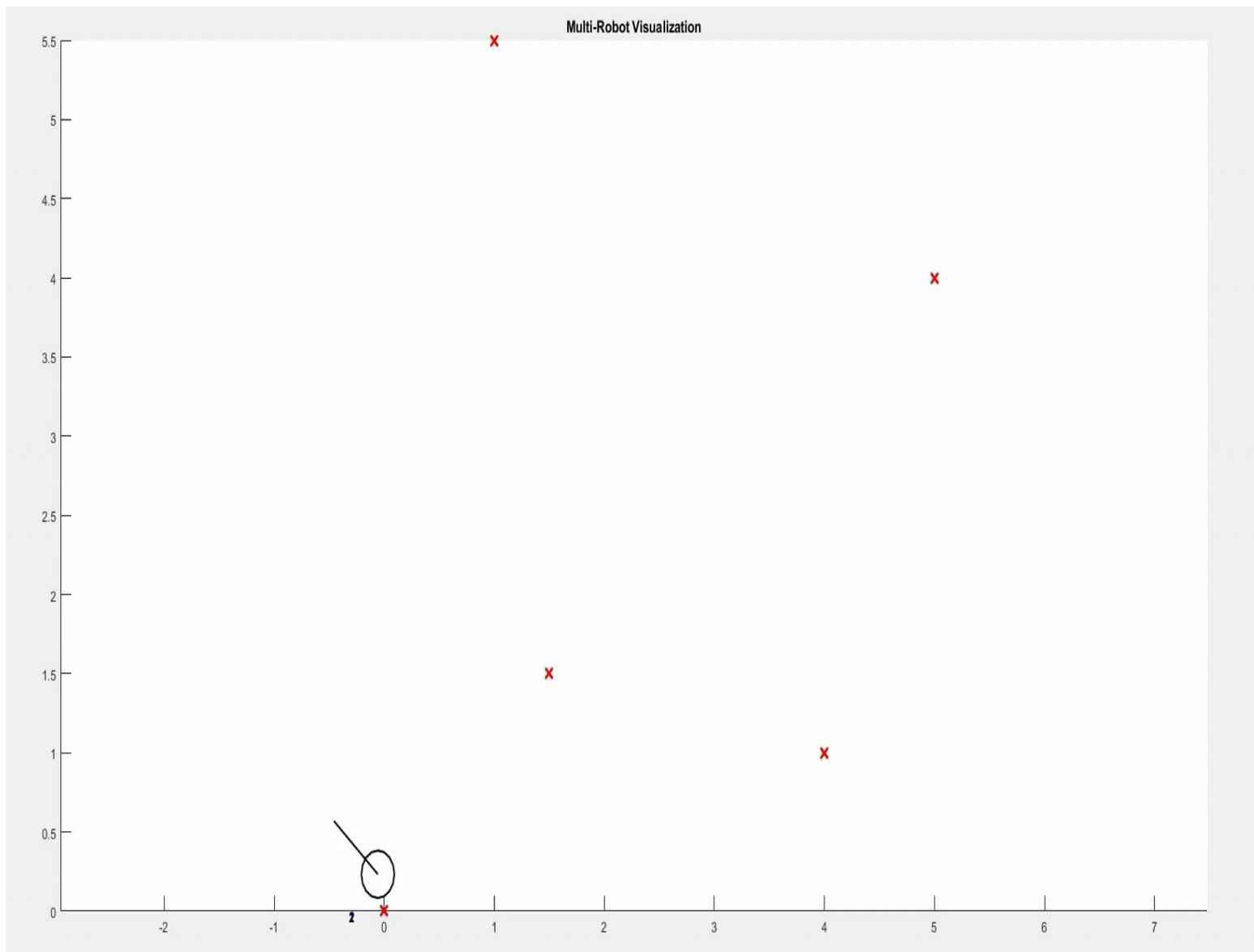
# Моделирование разных алгоритмов



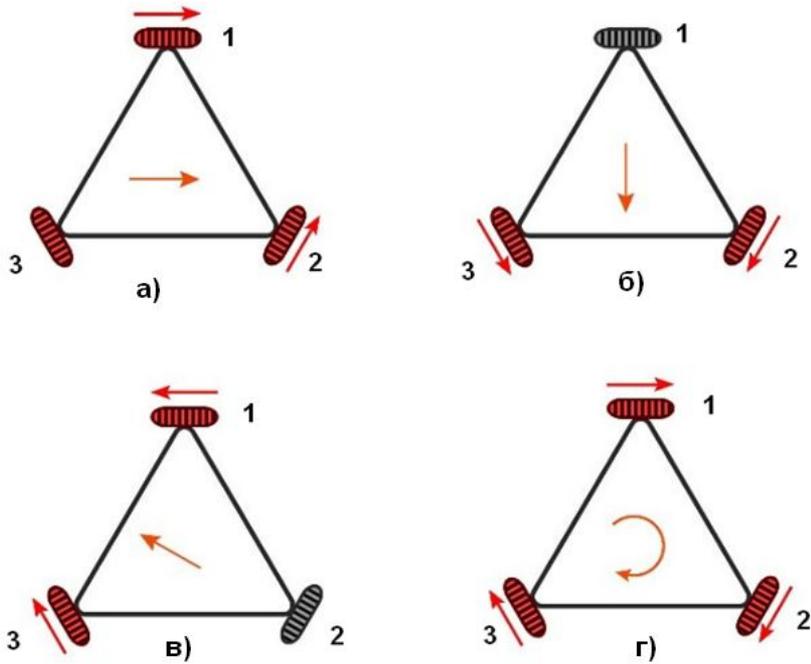
# Результат моделирования



# РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ



# Программа для смартфона отладка



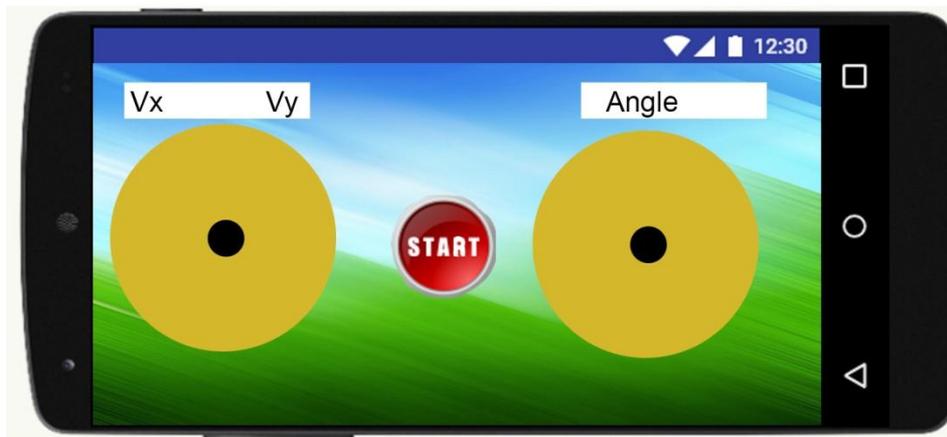
```
when ВыборИзСписка1 .BeforePicking
do
  if not КлиентBluetooth1 .IsConnected
  then
    set ВыборИзСписка1 .Elements to КлиентBluetooth1 .AddressesAndNames
  if КлиентBluetooth1 .IsConnected
  then
    call КлиентBluetooth1 .Disconnect
    call Disconnected .Play

when ВыборИзСписка1 .AfterPicking
do
  set ВыборИзСписка1 .Selection to call КлиентBluetooth1 .Connect
  address ВыборИзСписка1 .Selection
  call Connected .Play
  set Кнопка5 .Enabled to true
```

```
when Кнопка2 .TouchDown
do
  if get global i = true
  then
    set Текст1 .Text to "Танк влево"
    call КлиентBluetooth1 .Send1ByteNumber
    number 2
    call Tapping .Play

when Кнопка2 .TouchUp
do
  if get global i = true
  then
    set Текст1 .Text to "Стоп"
    call КлиентBluetooth1 .Send1ByteNumber
    number 5
    call Tapping .Play
```

# Джойстики



Внешний вид программы

```
когда Шар1 - Перетасованный
  начальнаяX начальнаяY предыдущX предыдущY текущийX текущийY
  делать
    вызов Шар1 - ПереместитьВ
      x получить текущийX
      y получить текущийY
    заменить элемент списка получить global движение
      индекс 1
      замена округлить получить текущийX / 2
    заменить элемент списка получить global движение
      индекс 2
      замена округлить получить текущийY / 2
    присвоить Надпись2 - Текст в соединить "X="
      150 округлить получить текущийX
    присвоить Надпись3 - Текст в соединить "Y="
      250 округлить получить текущийY
  если КлиентBluetooth1 - Соединено
    список получить global движение
    то вызов КлиентBluetooth1 - ПереслатьБайты
      список получить global движение
      присвоить Байты - Текст в "Отключено"
    иначе присвоить ВыборИзСписка1 - Текст в "ПОДКЛЮЧИТЬ?"
      присвоить Button1 - Текст в "Отключено"
```

Настройка передачи задания

```
когда Шар1 - ПровестиВверх
  x y
  делать
    вызов Шар1 - ПереместитьВ
      x 150
      y 250
    заменить элемент списка получить global движение
      индекс 1
      замена 75
    заменить элемент списка получить global движение
      индекс 2
      замена 125
    присвоить Надпись2 - Текст в соединить "X="
      0
    присвоить Надпись3 - Текст в соединить "Y="
      0
  если КлиентBluetooth1 - Соединено
    то вызов КлиентBluetooth1 - ПереслатьБайты
      список получить global движение
    иначе присвоить ВыборИзСписка1 - Текст в "ПОДКЛЮЧИТЬ?"
      присвоить Button1 - Текст в "Отключено"
```

Настройка возврата джойстика

