



# Мобильный робот с системой инфракрасных дальномеров

Магистрант:

**Шилов А.А.**

Группа:

**ИУ4-124**

Научный руководитель:

**к.т.н. Мысловский Э.В.**

# Цели

Разработка, реализация и апробация навигационных алгоритмов колесного мобильного робота.

# Задачи

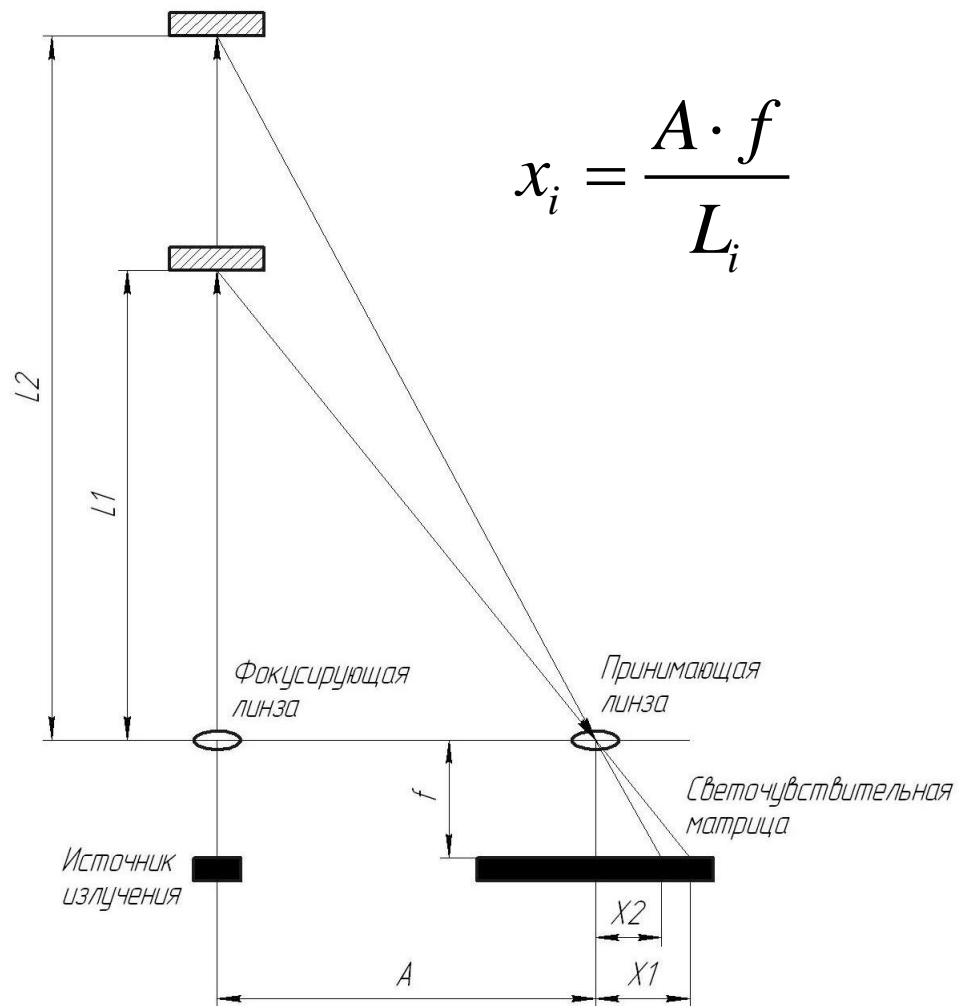
- ❖ Исследование инфракрасных дальномеров.
- ❖ Построение мобильным роботом плана помещения.
- ❖ Анализ проблем планирования траектории движения.



# Инфракрасные дальномеры



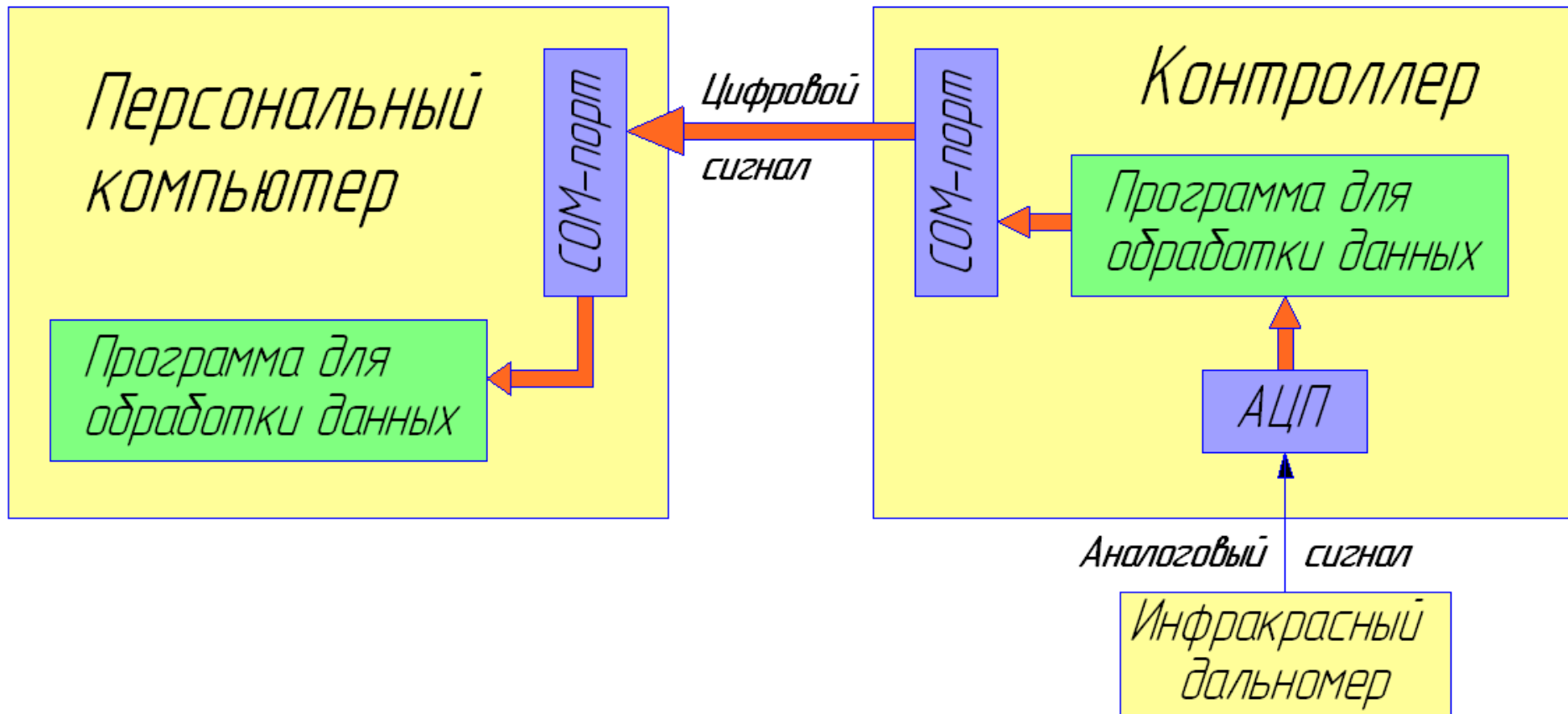
Дальномер фирмы Sharp  
GP2D120XJ00F



Геометрический принцип измерения



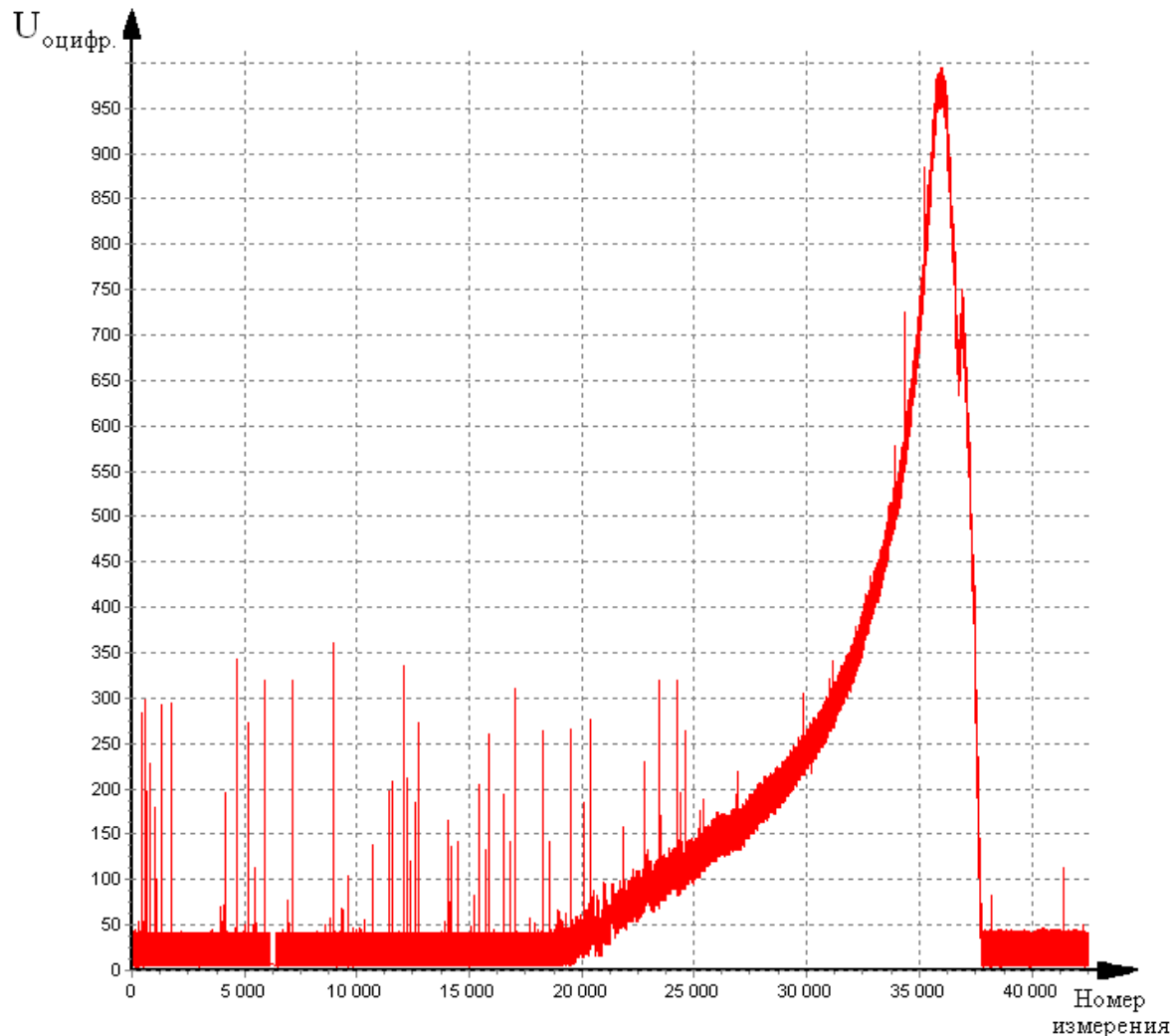
# Схема установки для исследования дальномеров



# Выходная характеристика дальномера

Преобразовать 10-битный цифровой код в напряжение можно по формуле:

$$U_{\text{вых.}} = \frac{U_{\text{оцифр.}} \cdot 3,3 \text{ В}}{1024}$$



*Расстояние плавно менялось от 35 см до 0 см*

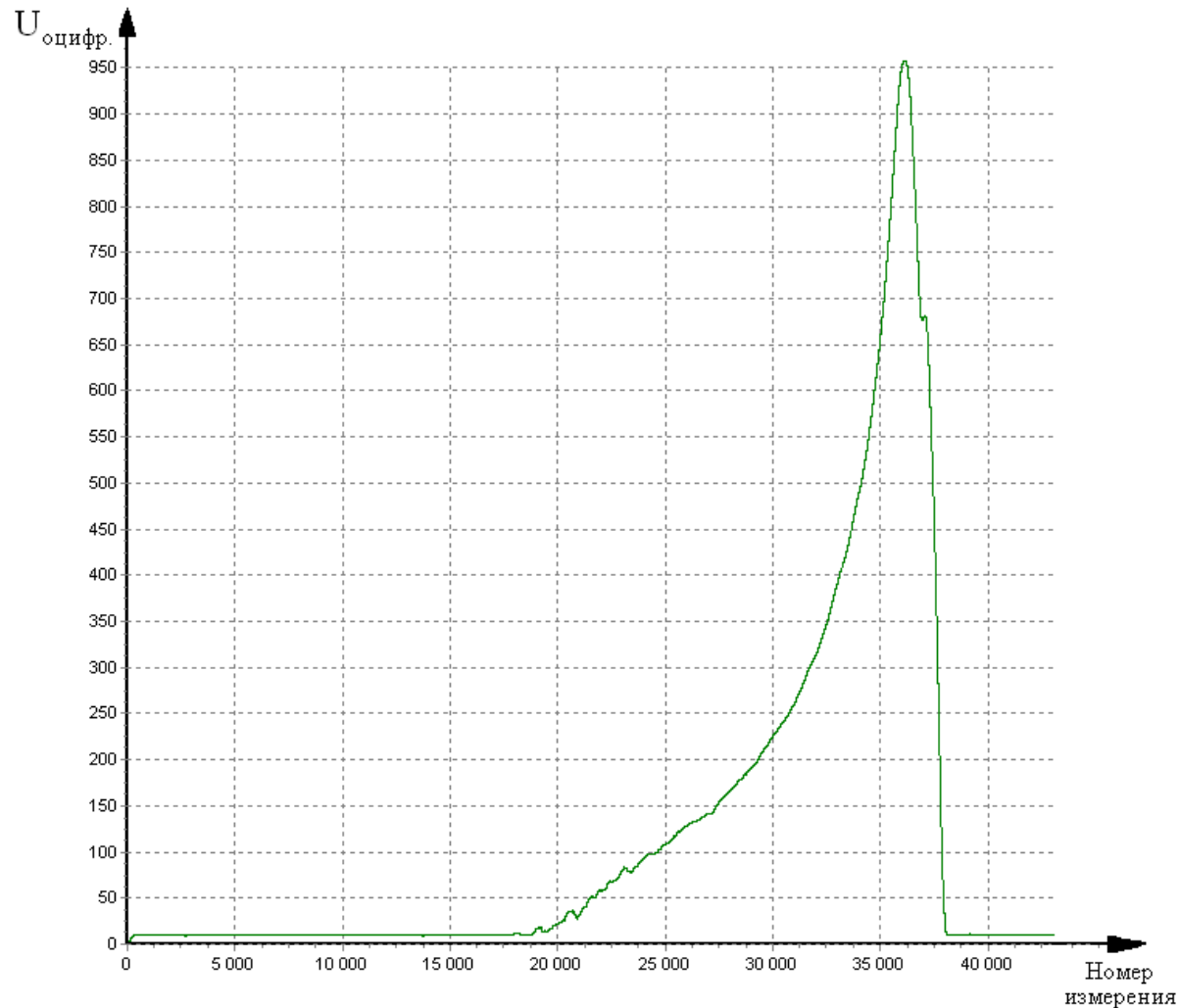


# Сглаженная выходная характеристика

❖ Отсечены узкие пики сигнала.

❖ Использовано скользящее среднее:

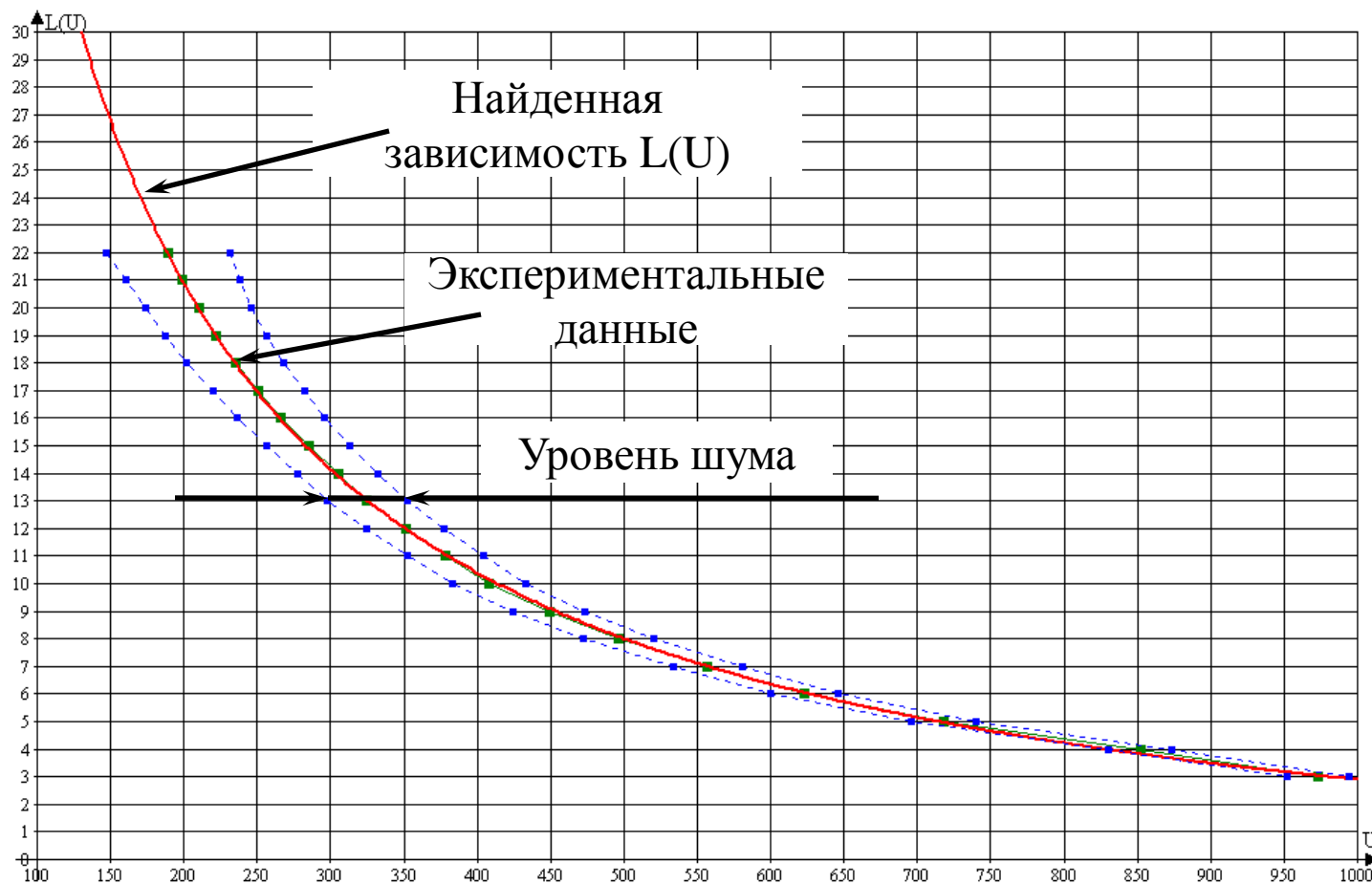
$$Z(k) = \frac{1}{n} \sum_{i=k-n+1}^k y(i)$$



*Расстояние плавно менялось от 35 см до 0 см*



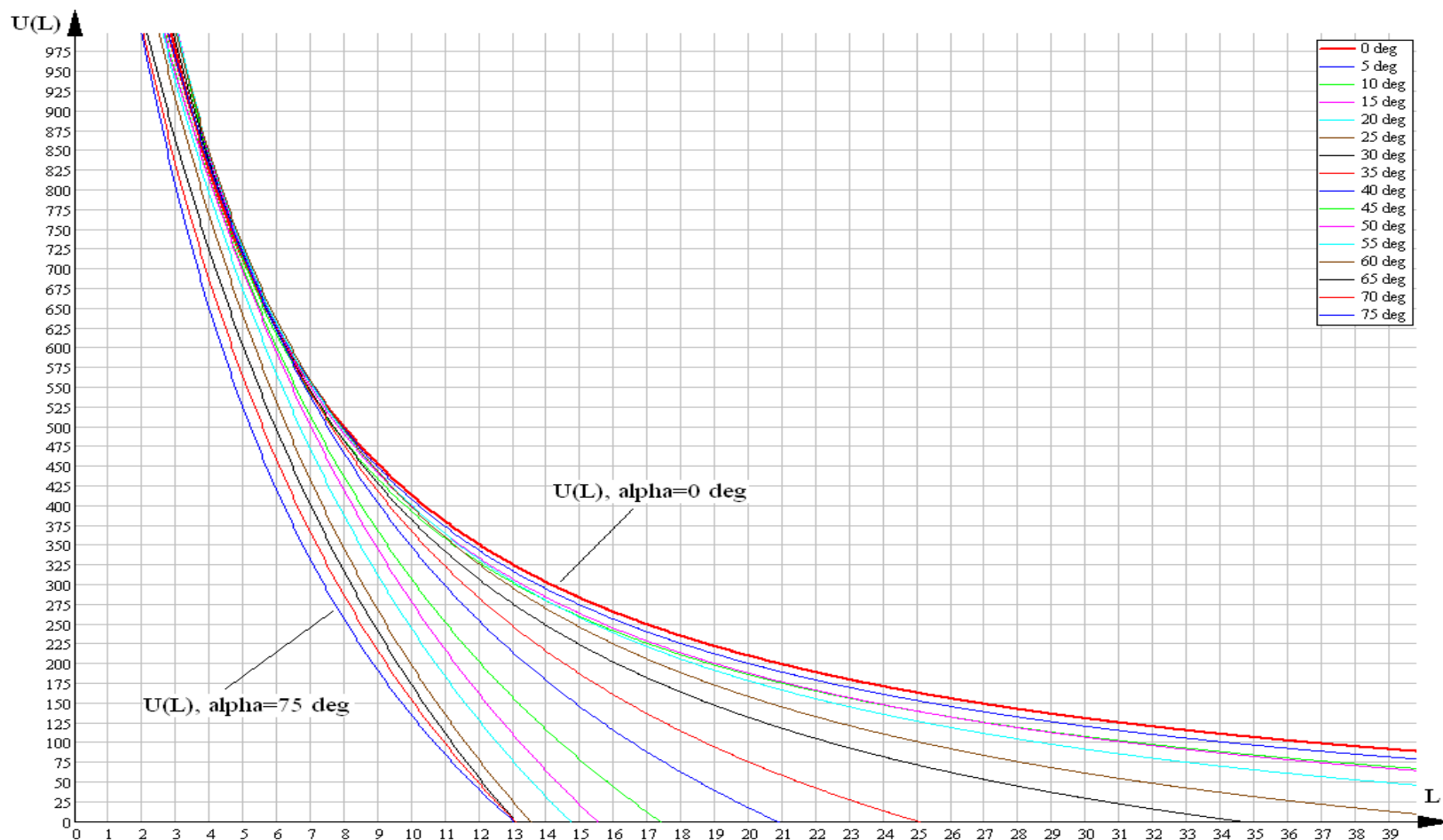
# Аппроксимирующая функция ( $\alpha=0^\circ$ )



Аппроксимирующая функция: 
$$L(U) = \frac{5927}{U + 50,745} - 2,755, \text{ (см)}$$



# Аппроксимирующие функции ( $\alpha=0^\circ..75^\circ$ )



Общий вид функций: 
$$L(U) = \frac{K}{U + U_0} - L_0$$

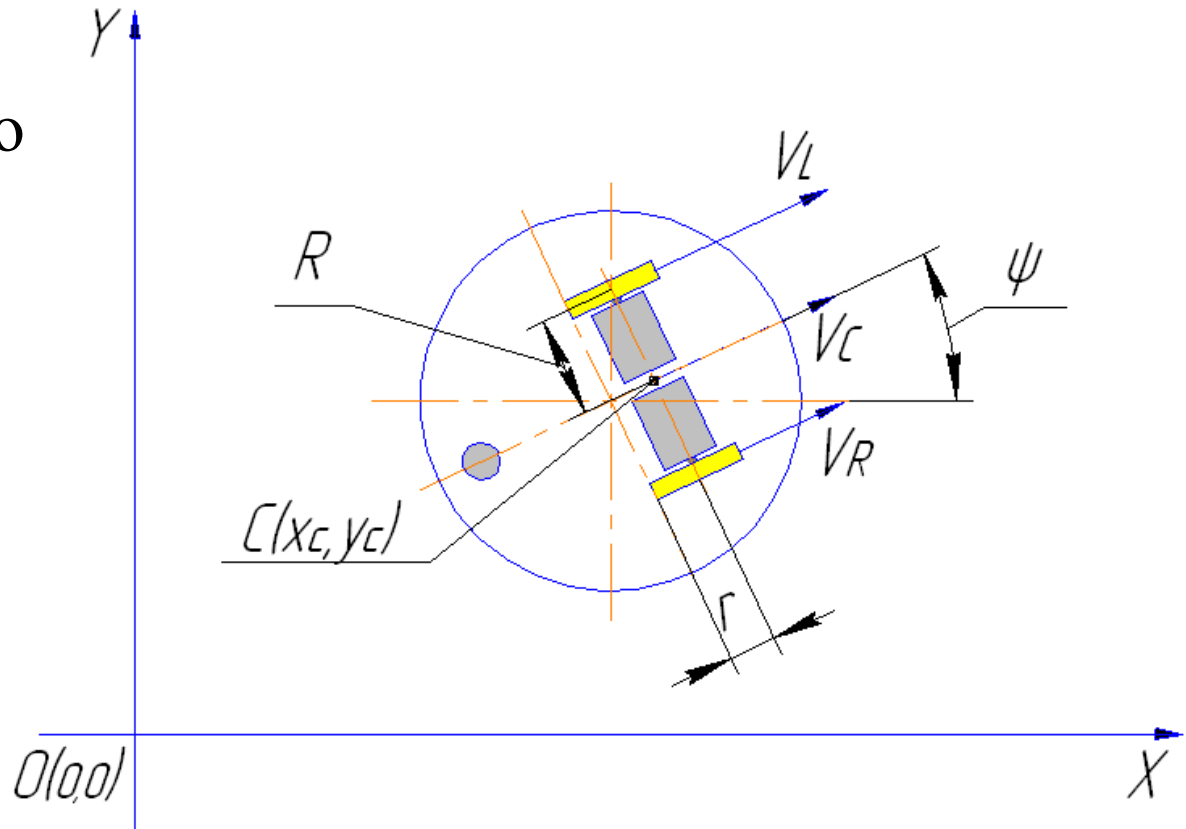




# Кинематика движения робота

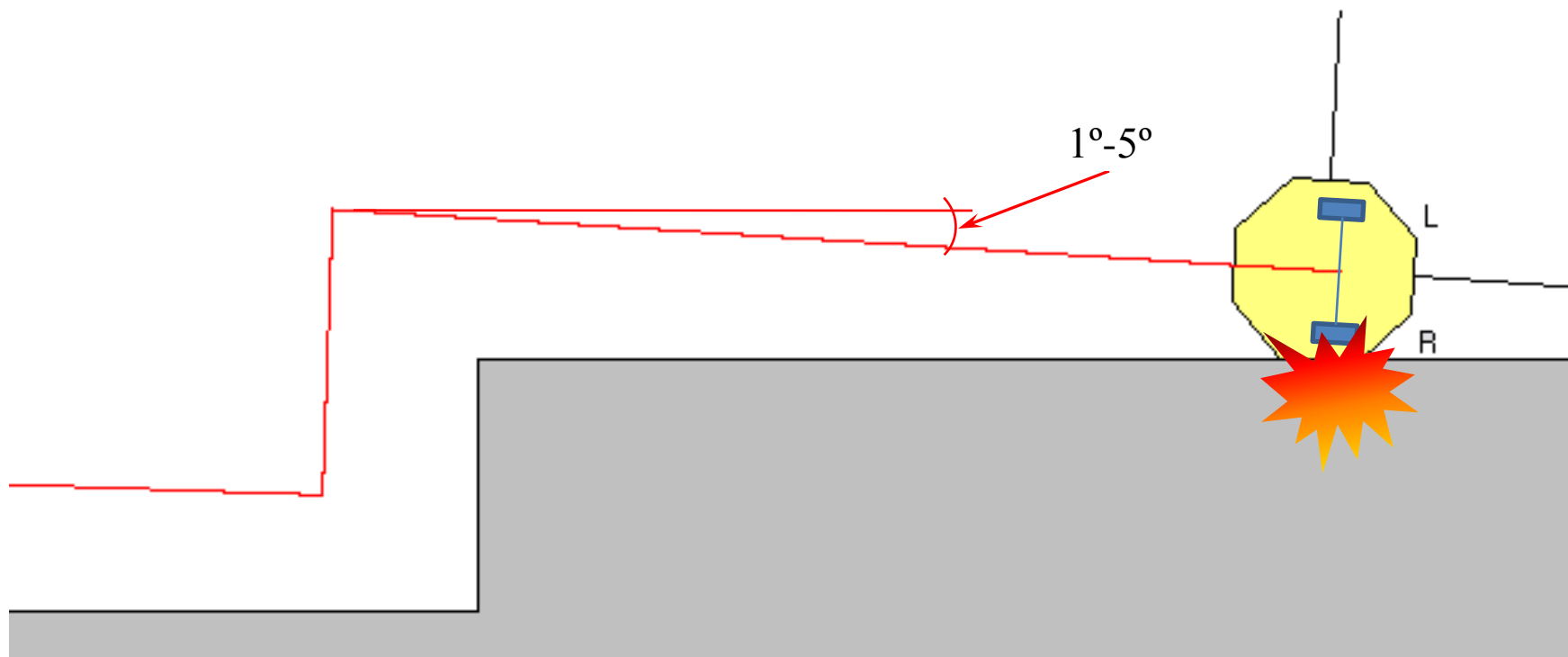
Кинематические уравнения плоскопараллельного движения в дискретном виде:

$$\begin{cases} V_C^k = \frac{V_L^k + V_R^k}{2}; \\ X_C^k = X_C^{k-1} + V_C^k \cdot \cos(\psi) \cdot \Delta t; \\ Y_C^k = Y_C^{k-1} + V_C^k \cdot \sin(\psi) \cdot \Delta t; \\ \psi^k = \psi^{k-1} + \frac{V_R^k - V_L^k}{R} \cdot \Delta t. \end{cases}$$



Зная координаты точки С и угол  $\psi$ , можно определить координаты любой точки робота

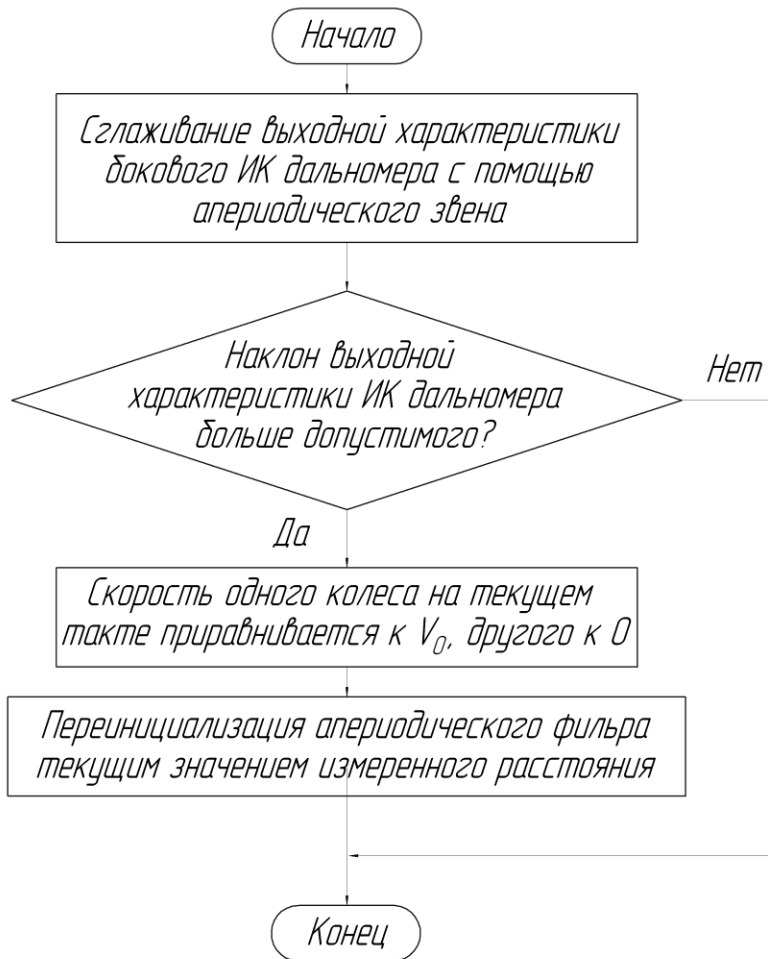
# Влияние ошибки курса



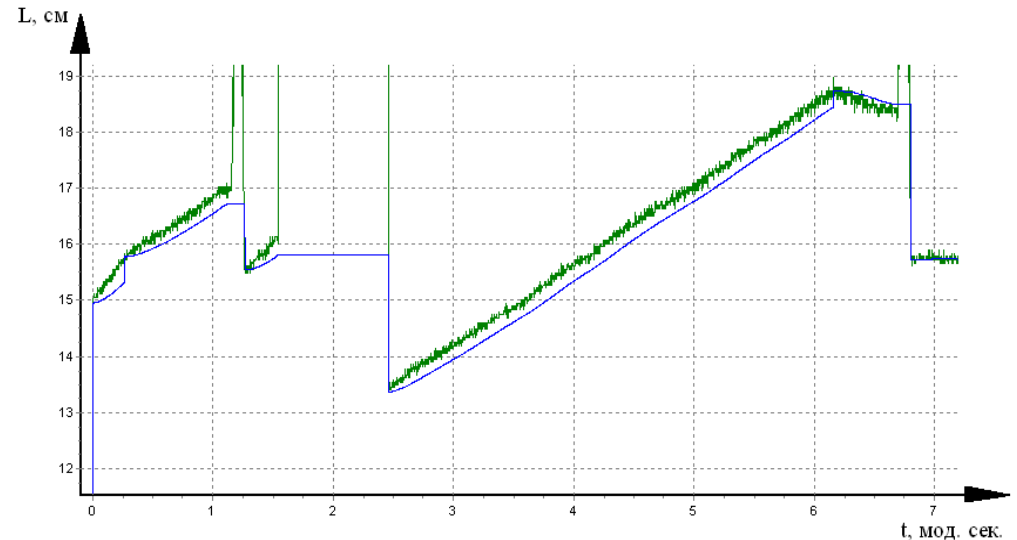
Погрешность курса возникает из-за ошибок установки робота и из-за пробуксовывания колес



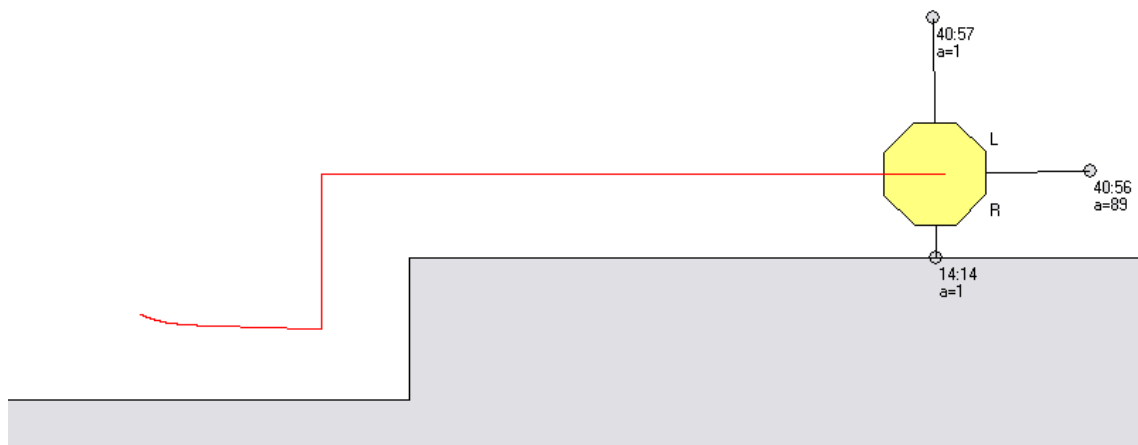
# Принцип устранения ошибки курса



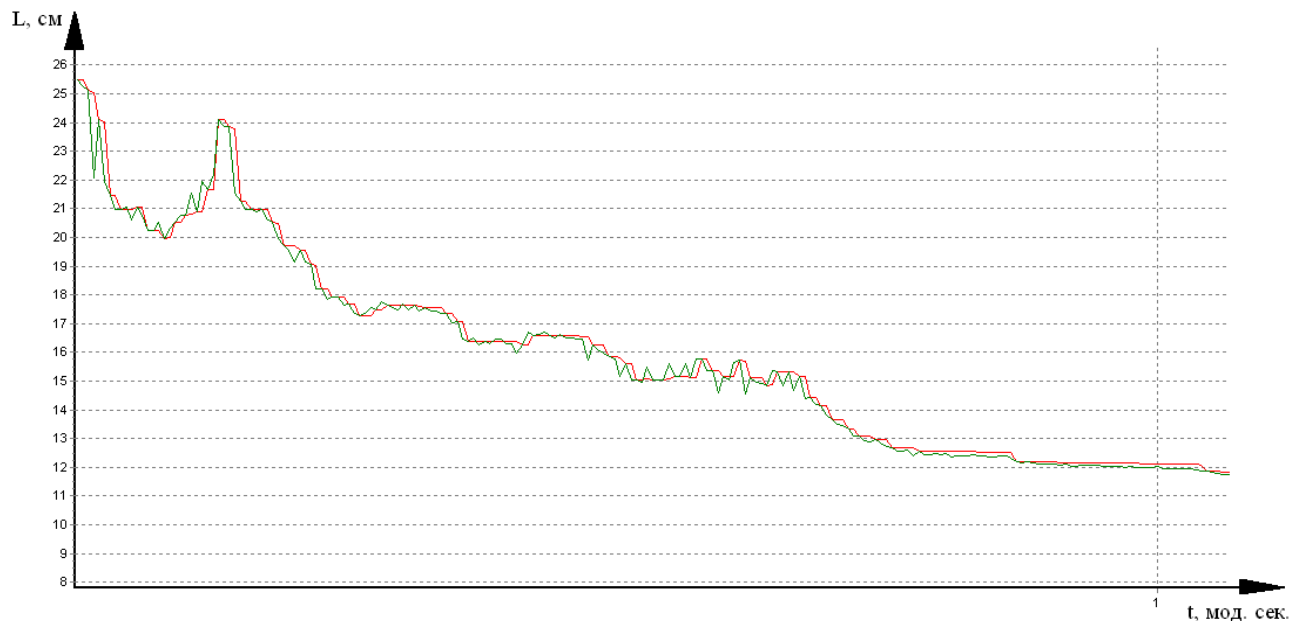
Сглаживание выходной характеристики дальномера с помощью апериодического звена:





# Устранение ошибки курса. Результаты



Исходная  
ошибка  
курса  $25^\circ$



 *исходная  
характеристика*

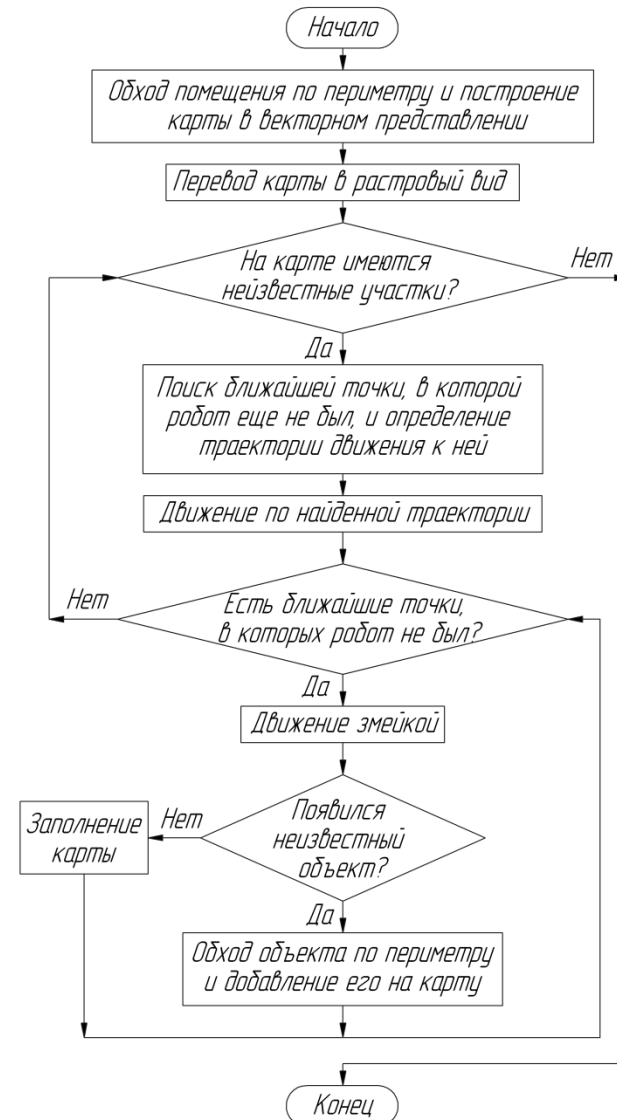
 *сглаженная  
характеристика*



# Алгоритм построения карты помещения

## Подзадачи:

- ❖ Обход периметра
- ❖ Перевод карты из векторного представления в растровое
- ❖ Обход всех неизвестных участков

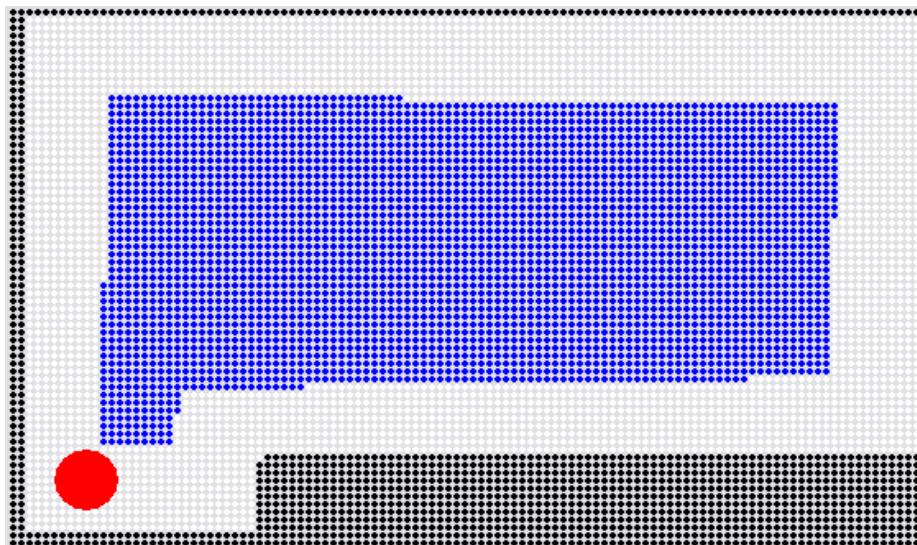


# Построение растровой карты периметра

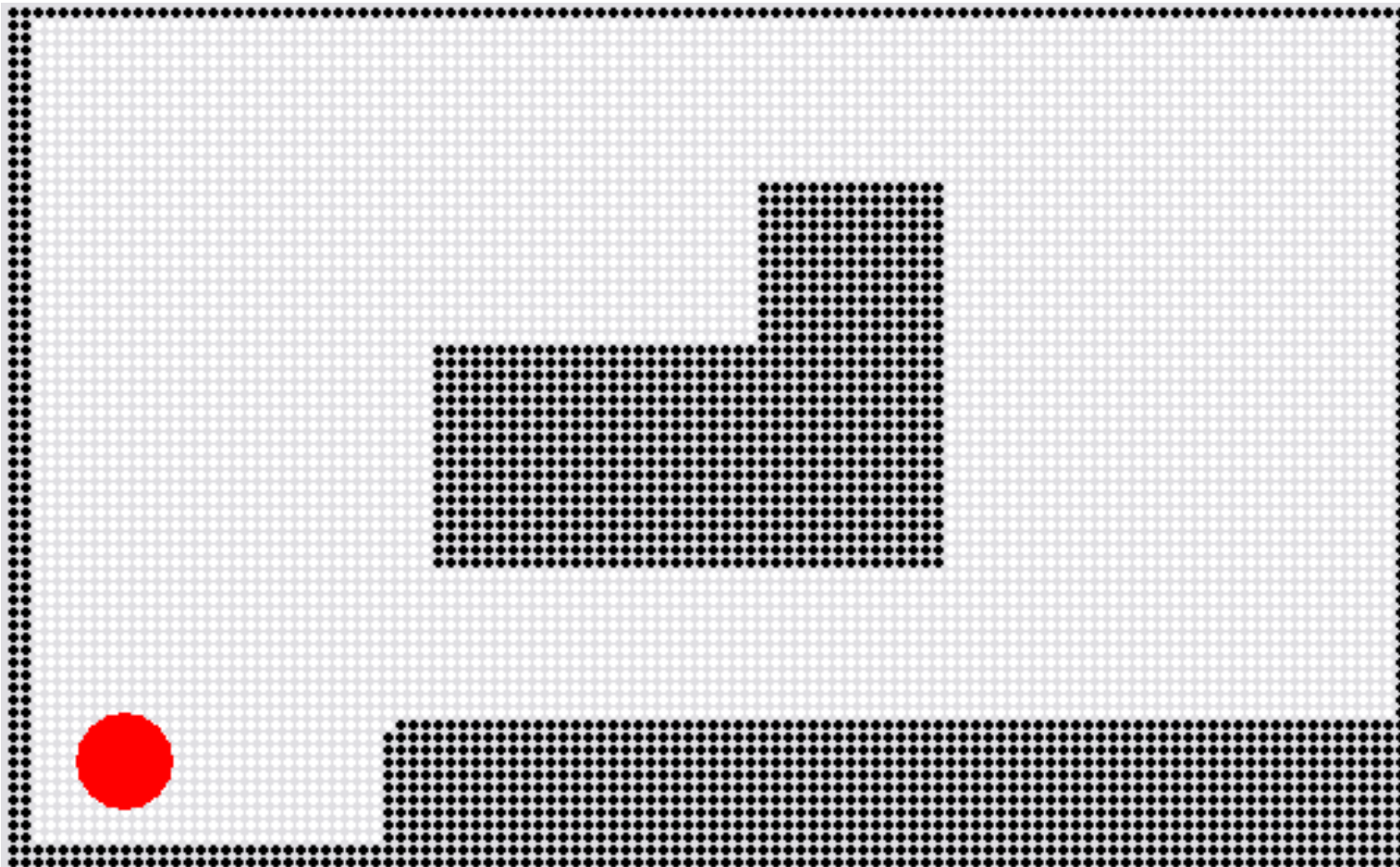
**Векторная карта**  
(массив координат угловых точек)



**Растровая карта**  
(матрица флагов)



# Построенная растровая карта



*Шаг сетки равен 5 модельных сантиметров*



# Обход площади помещения

## Задача:

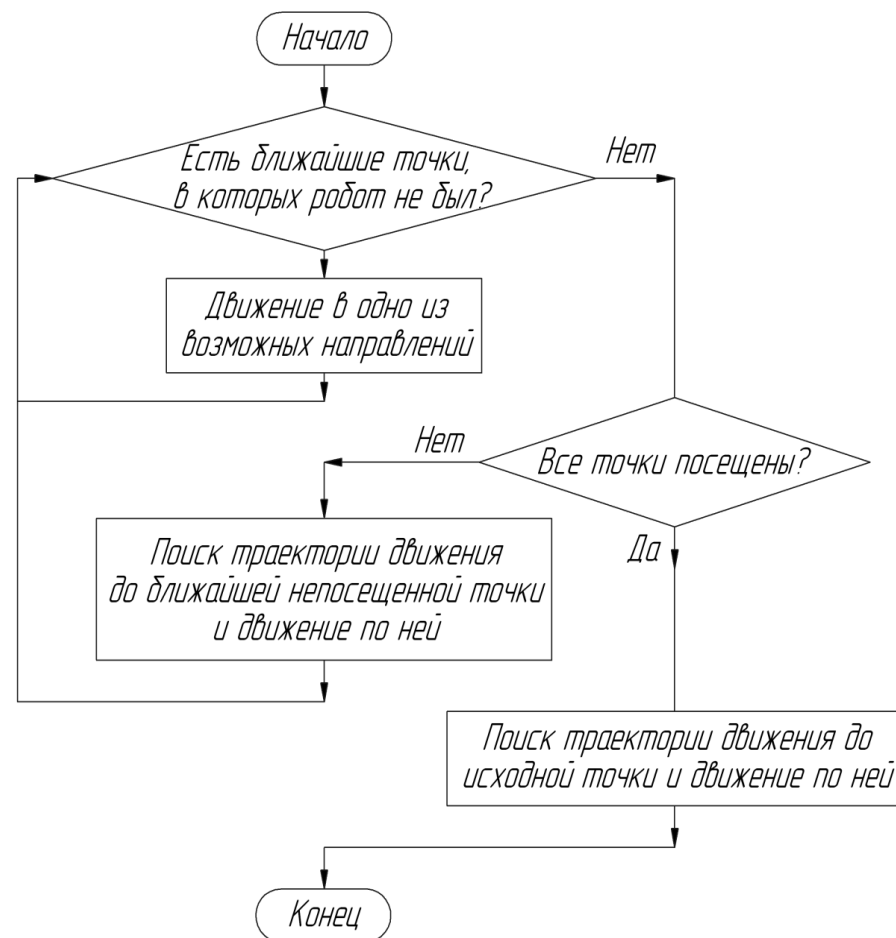
Обход площади помещения с возвращением в исходную точку при минимальном пройденном пути.

## Алгоритм перебора:

- + надежность
- экспоненциальная сложность

## Субоптимальный алгоритм:

- + полиномиальная сложность
- избыточность пути

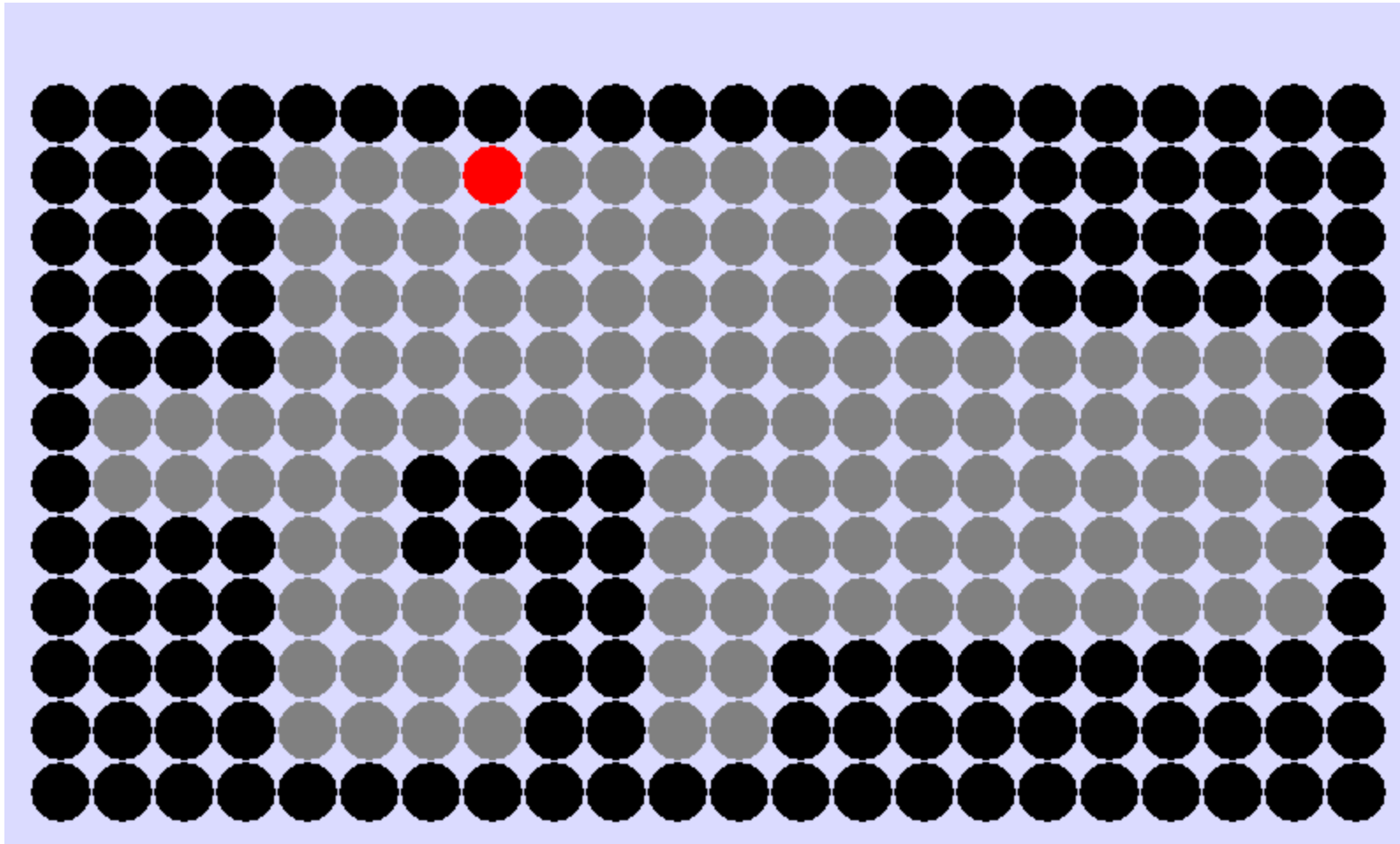


Субоптимальный алгоритм поиска пути





# Обход площади помещения. Результаты



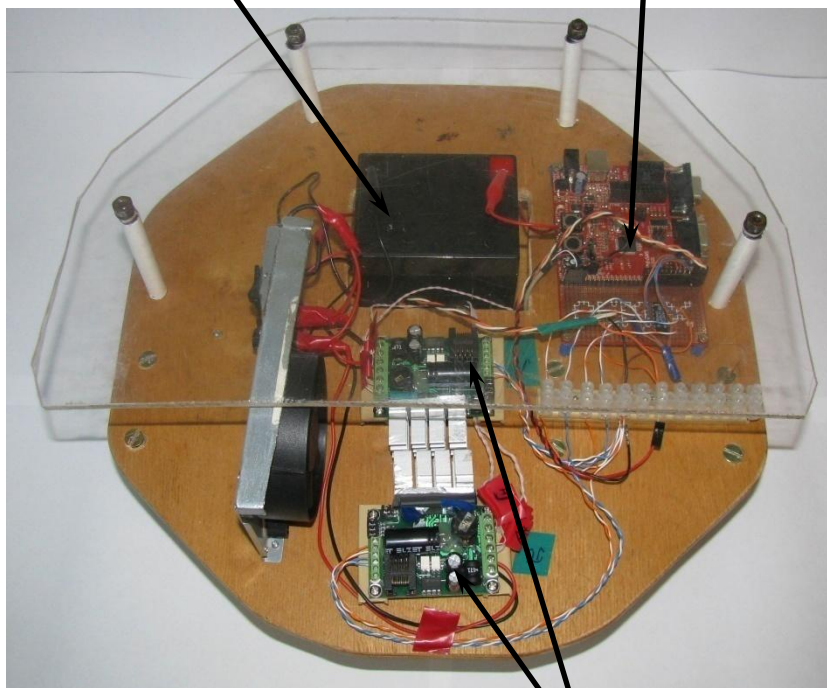
Предложенный алгоритм в среднем дает избыточность 30%



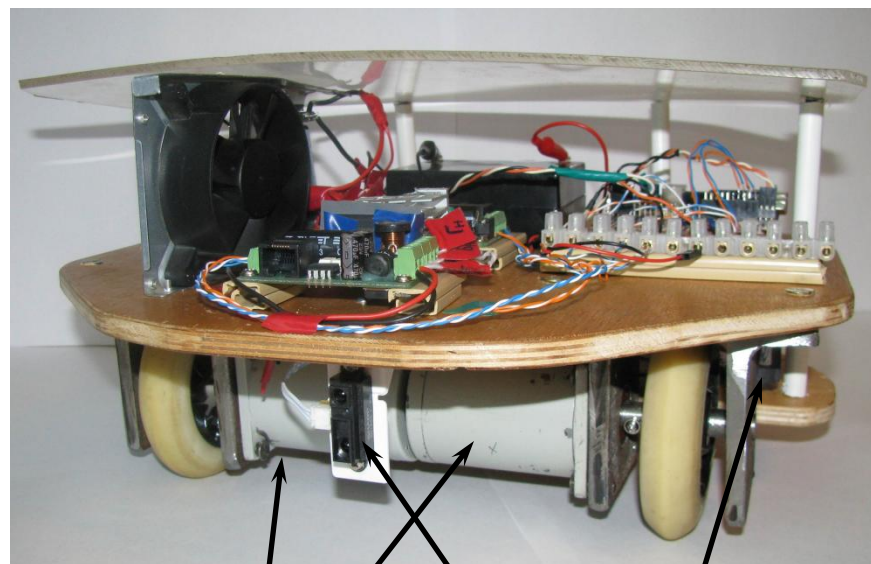
# Экспериментальный образец

Аккумулятор

Контроллер



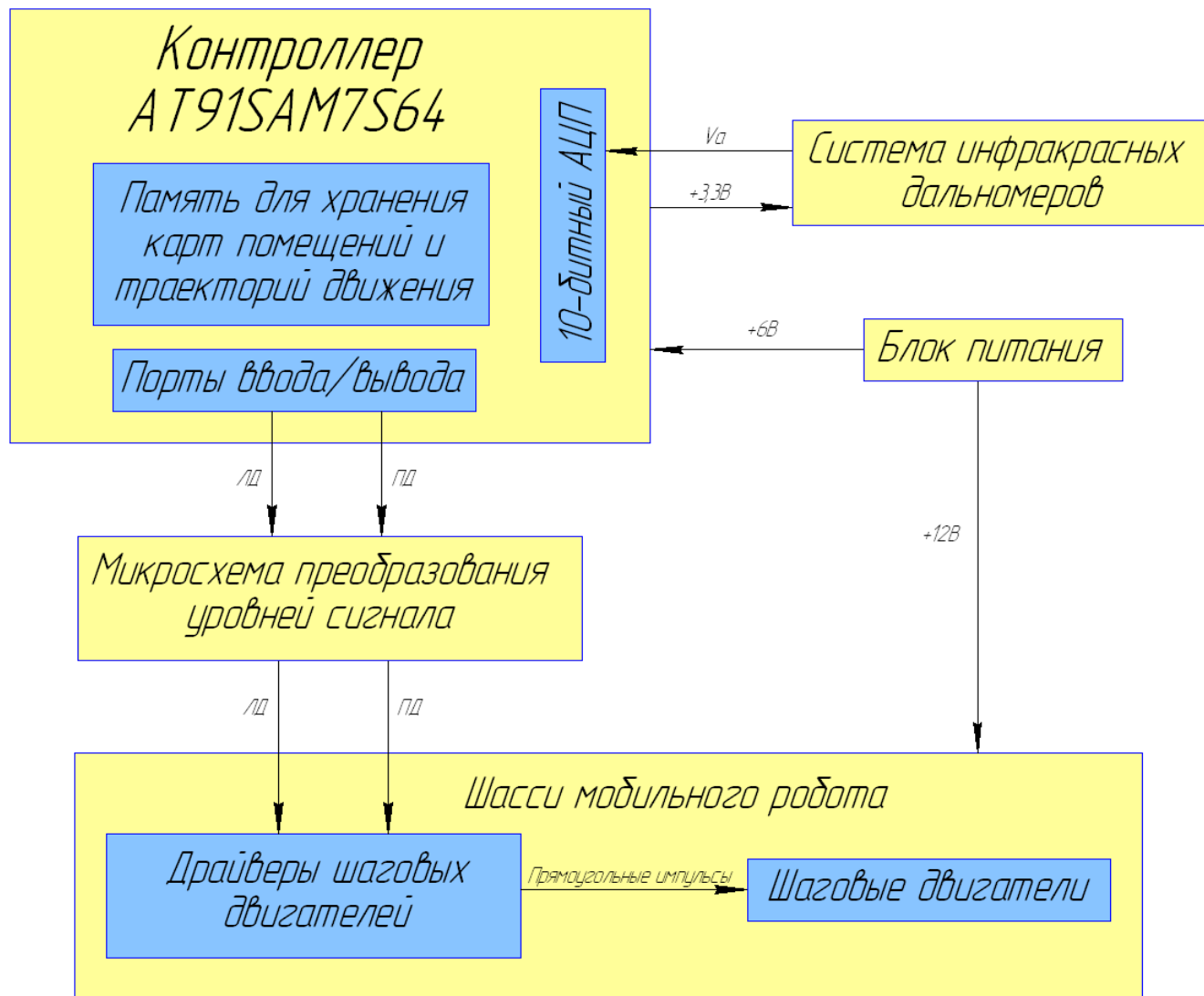
Драйверы шаговых двигателей



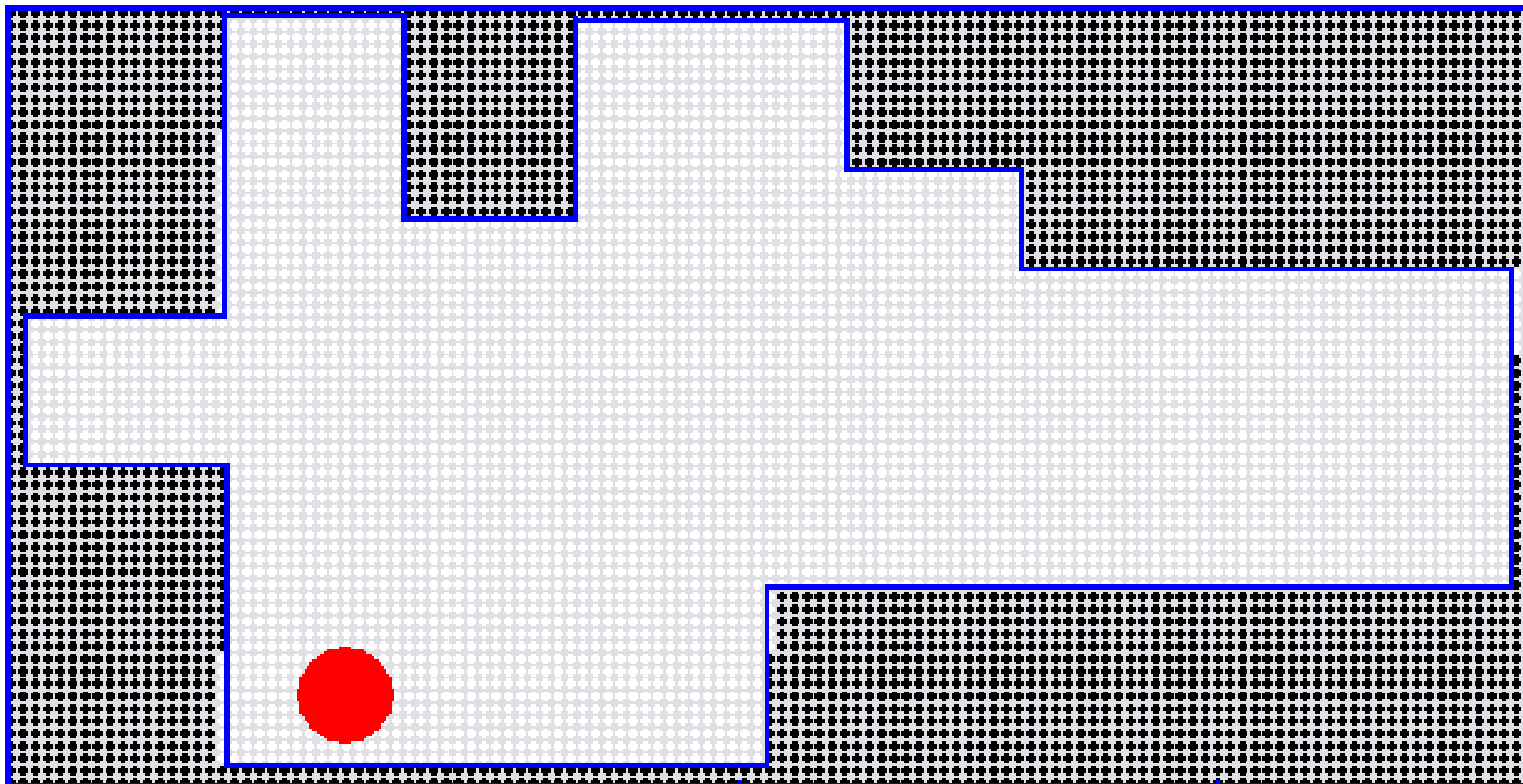
Шаговые двигатели

Инфракрасные датчики

# Схема аппаратных средств робота



# Апробация метода построения карт



Карта построена с шагом сетки 5 см



# Результаты работы

- ❖ Исследованы характеристики дальномеров.
- ❖ Разработан алгоритм устранения ошибки курса до  $10^\circ - 15^\circ$ .
- ❖ Разработан алгоритм построения карты помещения с ошибкой 5 % ( $1\sigma$ ).
- ❖ Предложен субоптимальный алгоритм обхода площади помещения по ранее построенной карте.
- ❖ Создан экспериментальный образец робота для апробации алгоритмов.



# Спасибо за внимание!

