

Нижегородский государственный технический  
университет им. Р. Е. Алексеева  
Институт радиоэлектроники и информационных  
технологий  
Кафедра «Вычислительные системы и технологии»

Выпускная квалификационная работа

# **ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РОБОТА В ПОМЕЩЕНИИ**

Студент: Марухин М. Н. 15-В-1

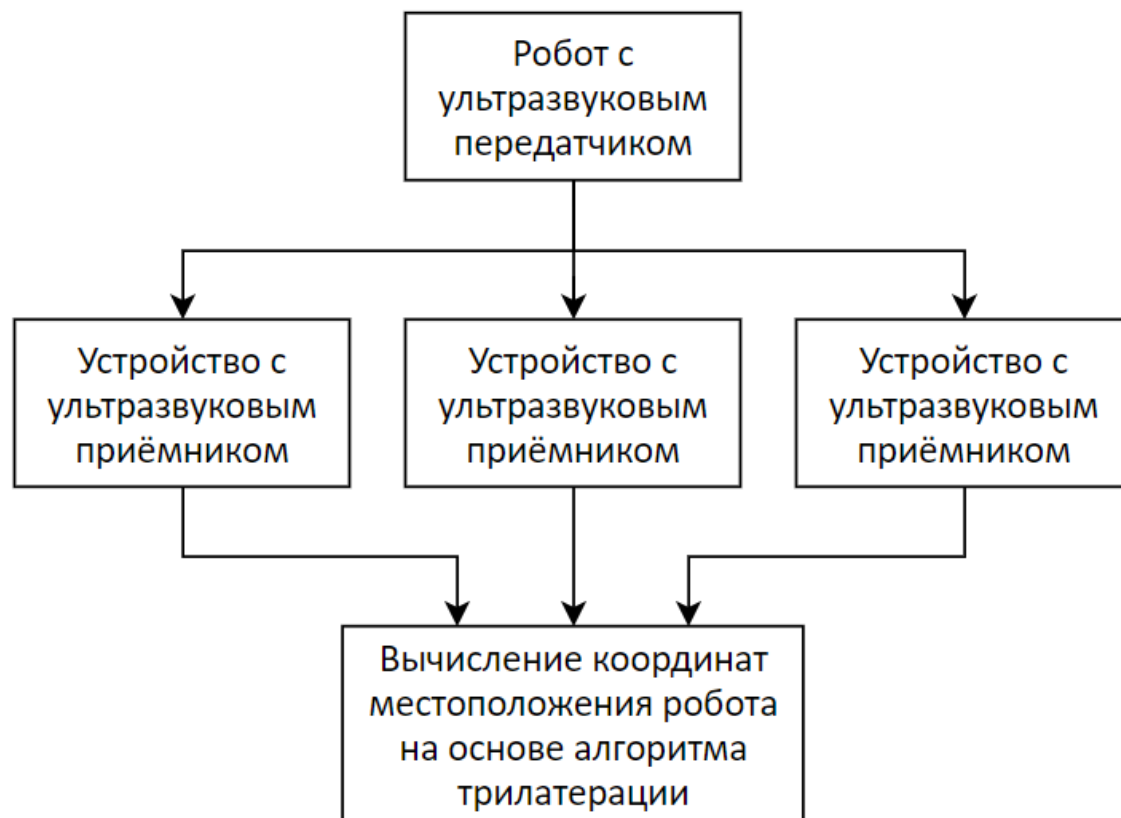
Научный руководитель: к.т.н., доцент Гай В. Е.

Нижний Новгород 2019

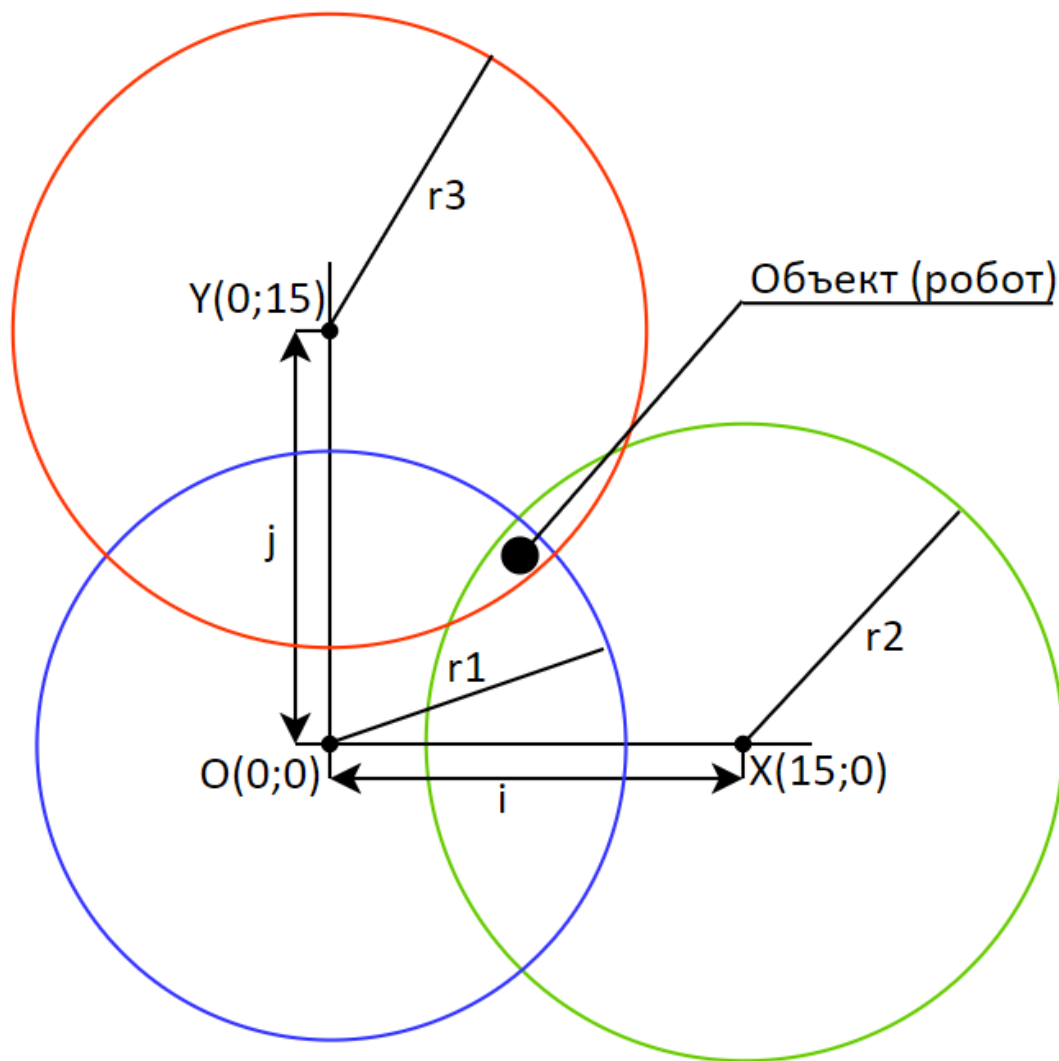
# Цели и задачи исследования

- **Цель:** реализация программно-аппаратной системы позиционирования робота в помещении
- **Задачи:**
  1. Анализ технического задания
  2. Разработка системы на структурном уровне
  3. Разработка системы на программном уровне
  4. Проведение эксперимента для подтверждения правильности вычисления позиции робота

# Информационная модель системы



# Алгоритм трилатерации



# Алгоритм трилатерации. Математический вывод

- Уравнения для трёх сфер:

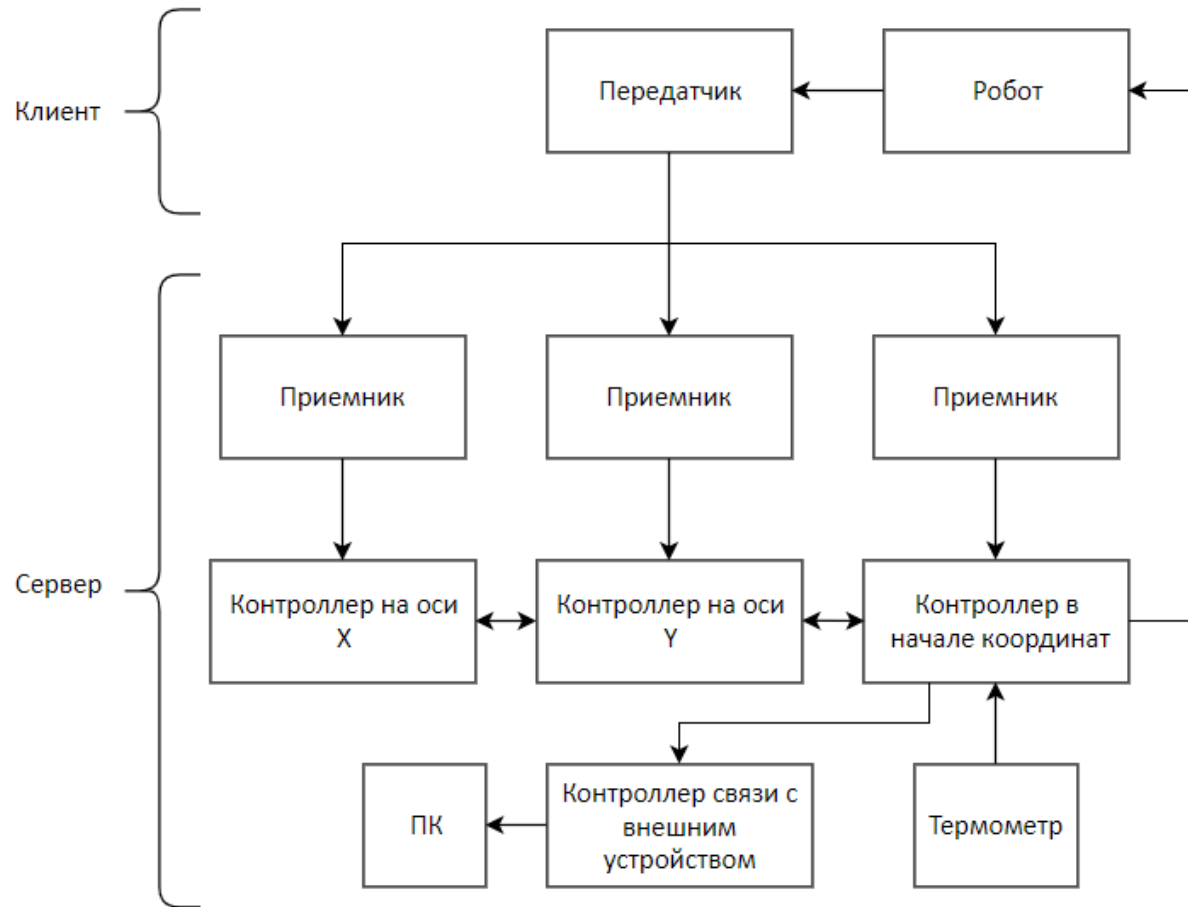
$$r_1^2 = x^2 + y^2 + z^2; r_2^2 = (x - i)^2 + y^2 + z^2; r_3^2 = x^2 + (y - j)^2 + z^2$$

- Имеем три неизвестных, выразим их одно через другое:

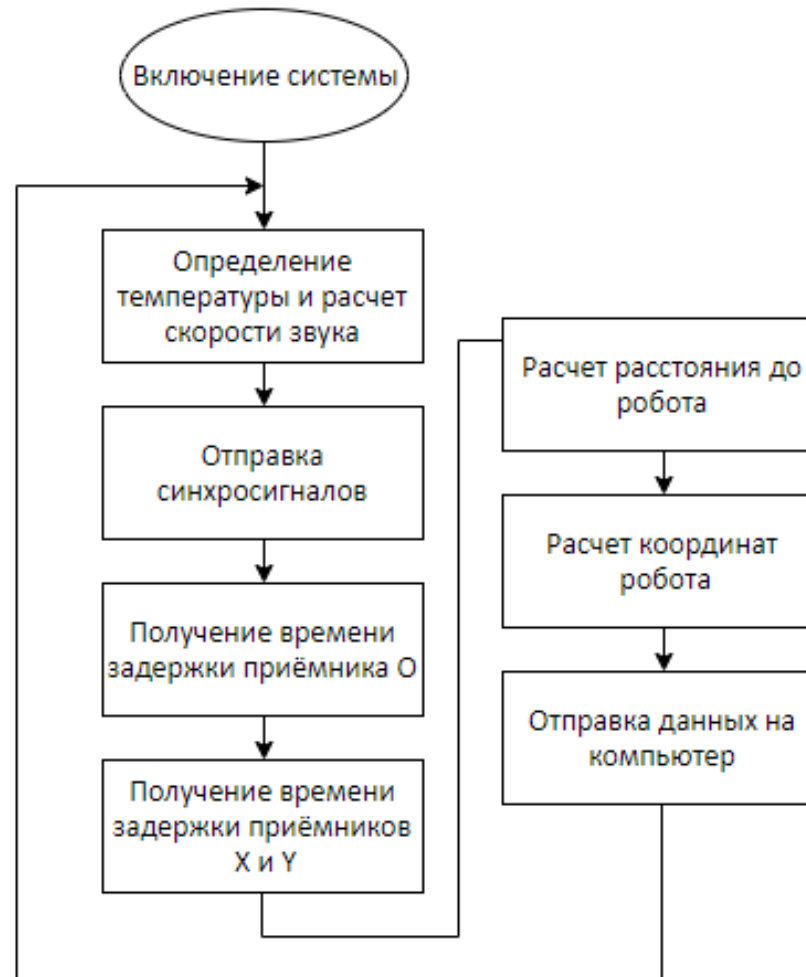
$$x = \frac{r_1^2 - r_2^2 + i^2}{2i}; y = \frac{r_1^2 - r_3^2 + j^2}{2j}; z = \pm \sqrt{r_1^2 - x^2 - y^2}$$

В результате выполнения вычислений становятся известны три координаты, описывающие текущее положение робота. Значение координаты  $z$  выражается как корень из числа и может иметь 0, 1 или 2 решения.

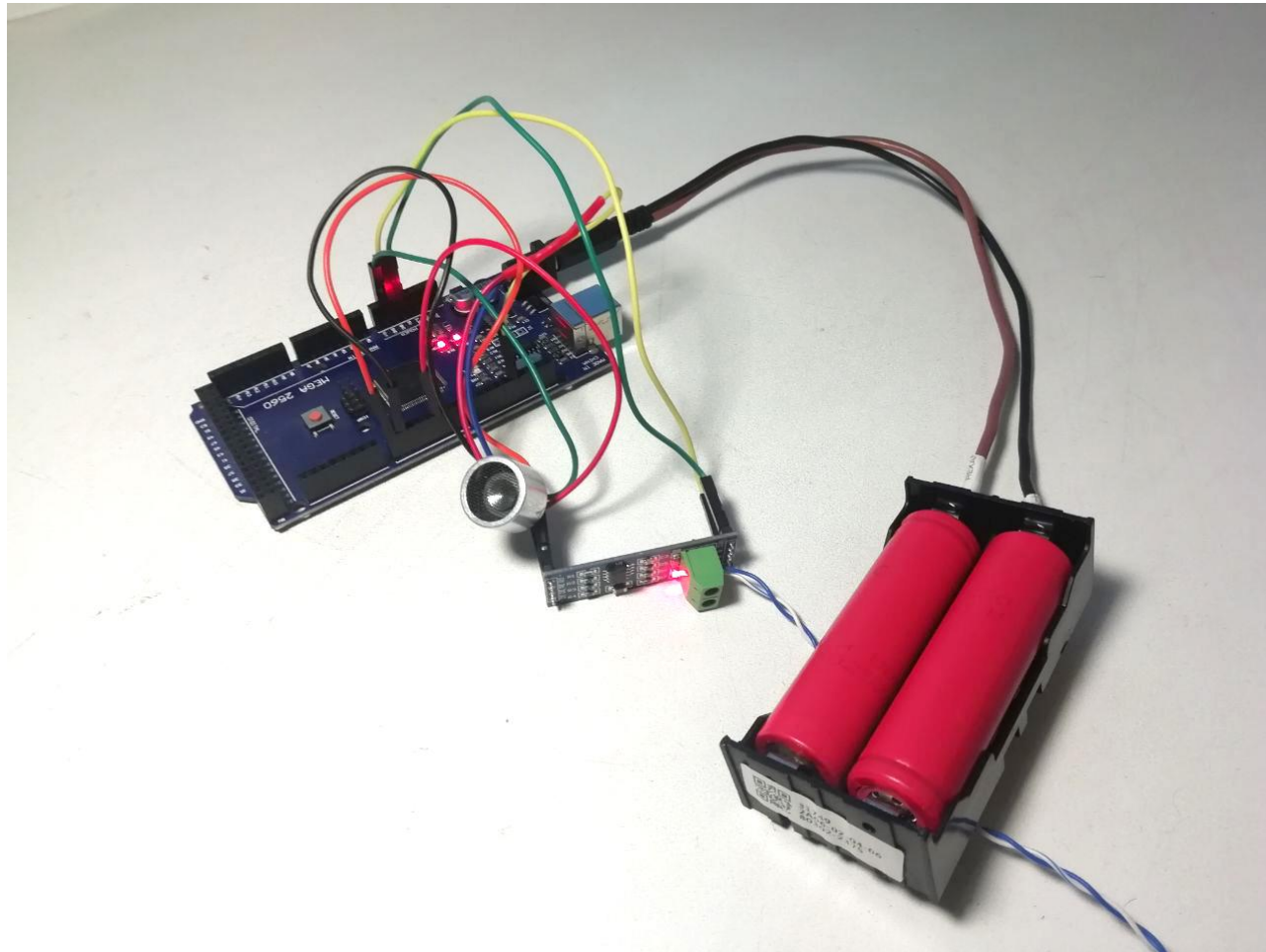
# Структурный уровень системы



# Программный уровень системы

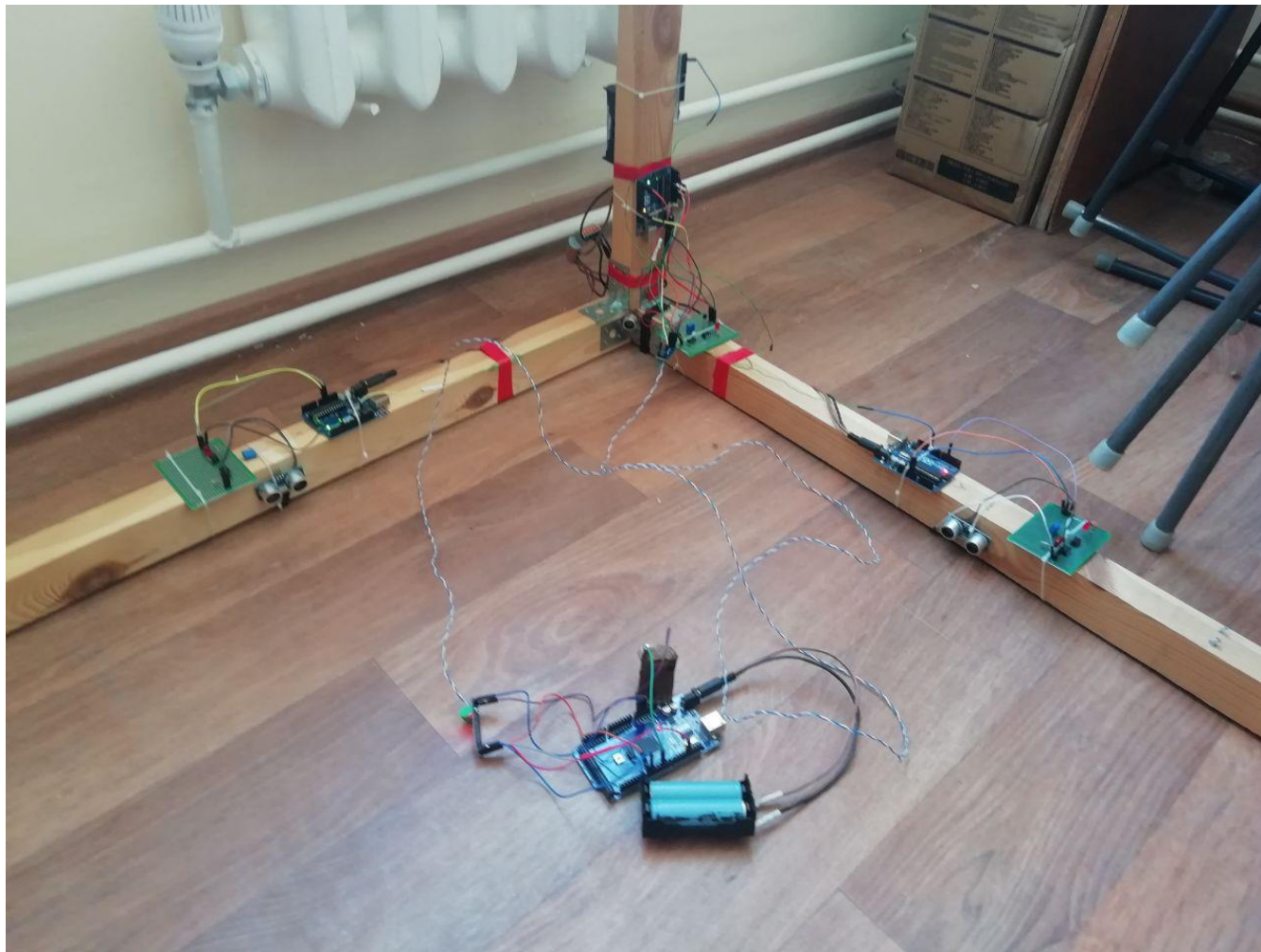


# Клиентская часть



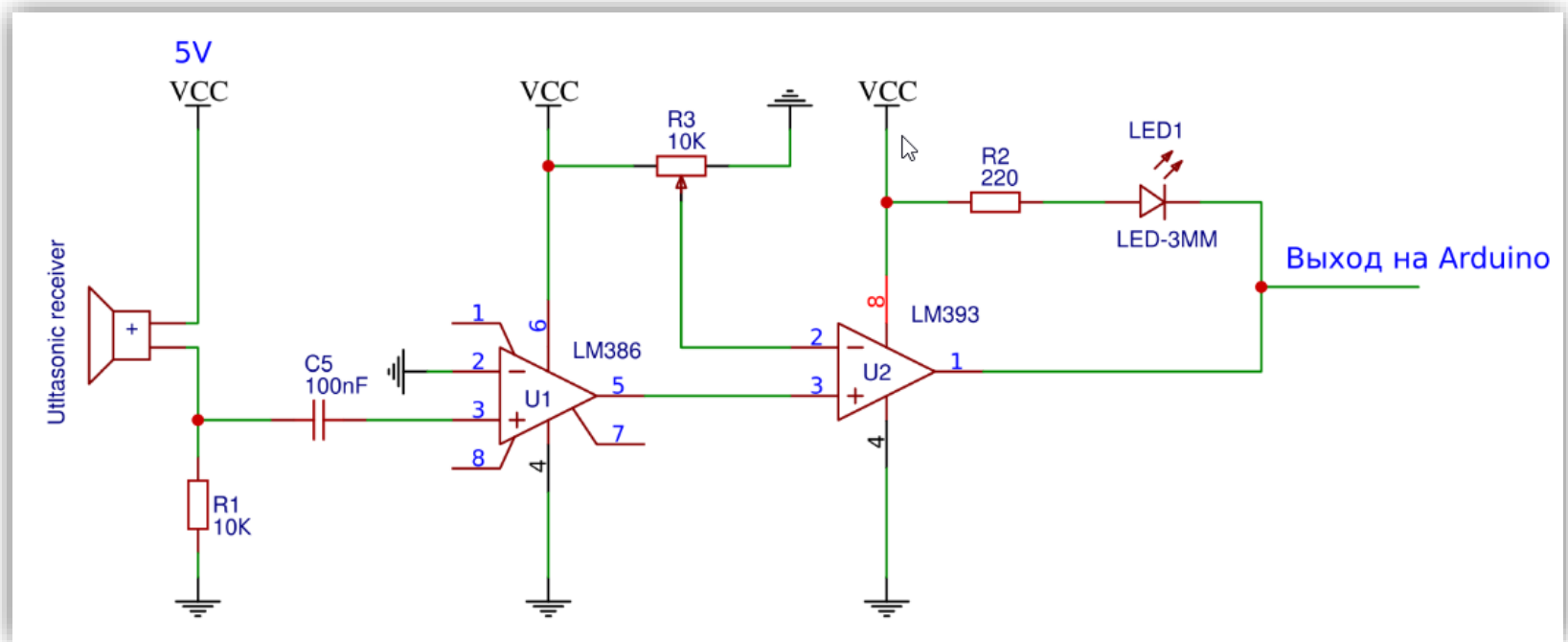


# Серверная часть

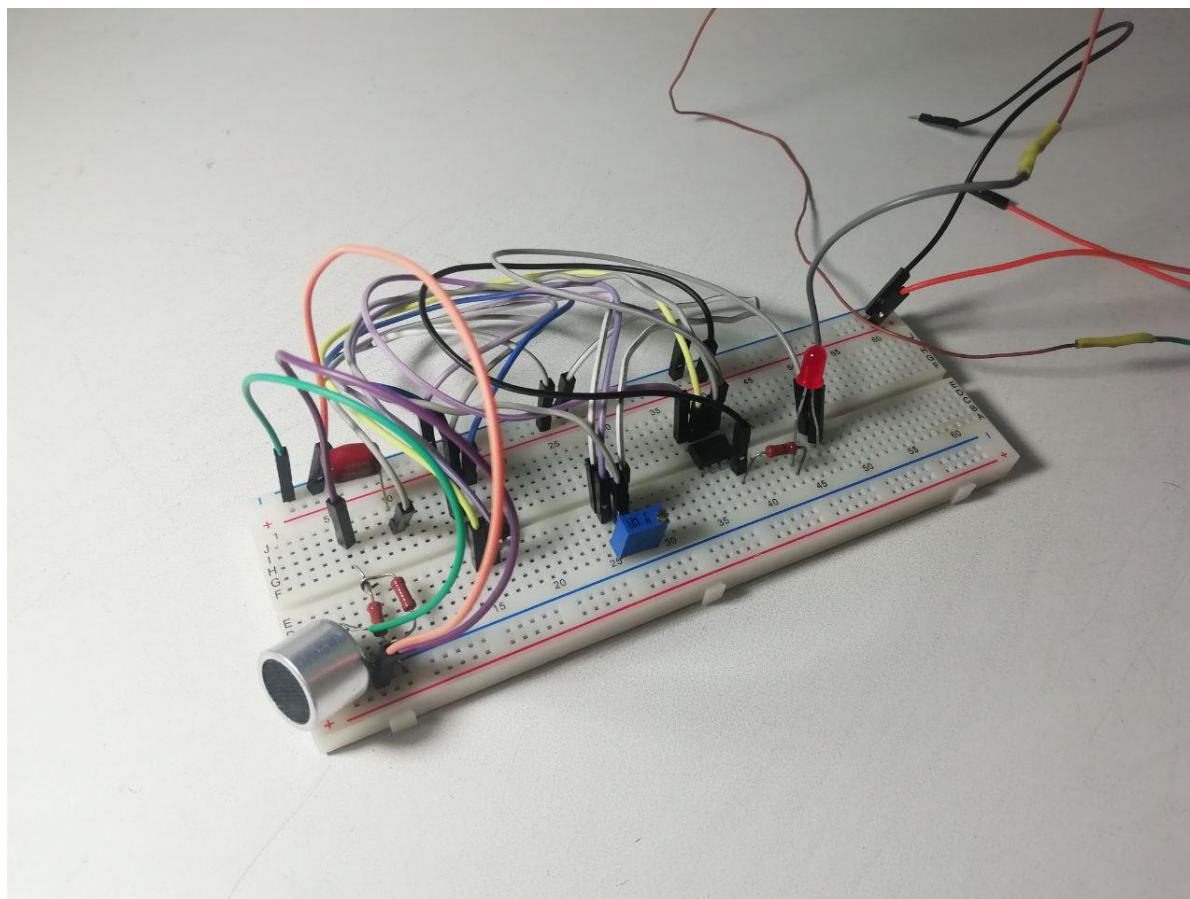


# Ультразвуковой приёмник

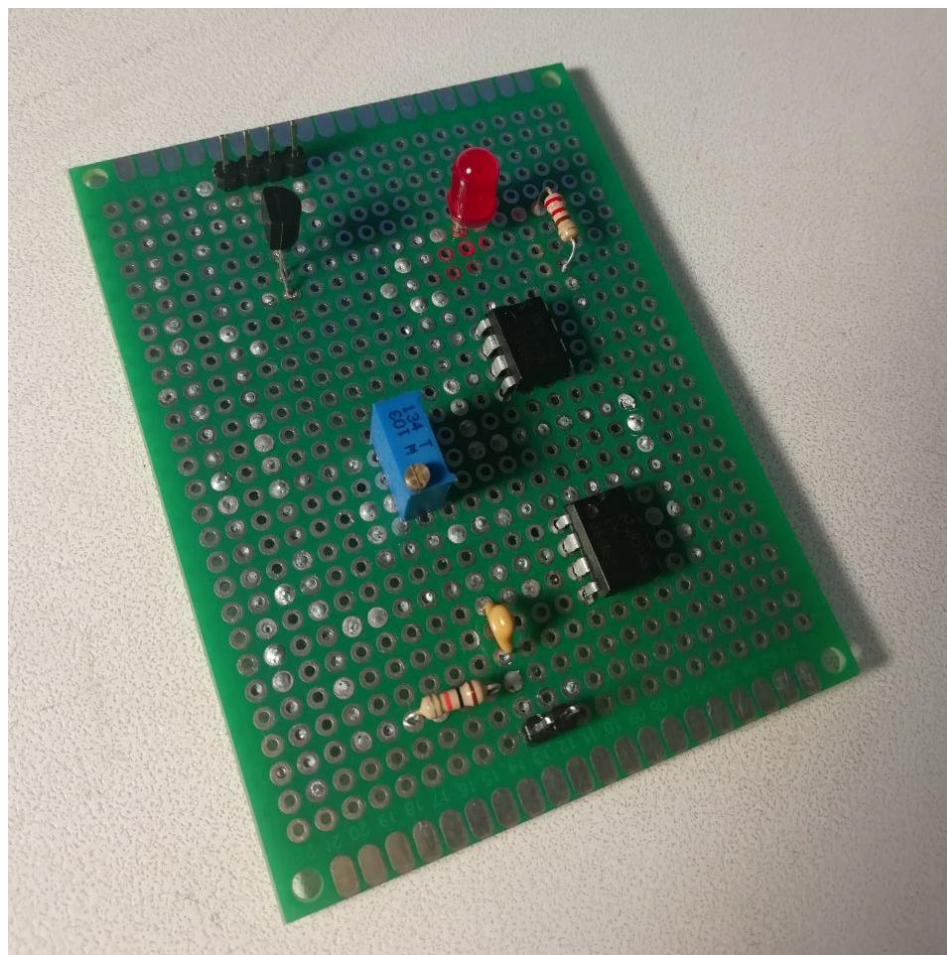
Принципиальная схема приемника:



# Собранная схема приемника на макетной плате



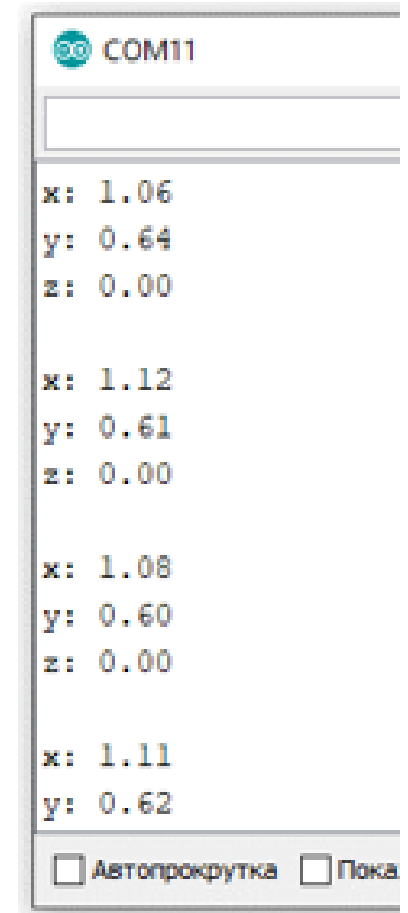
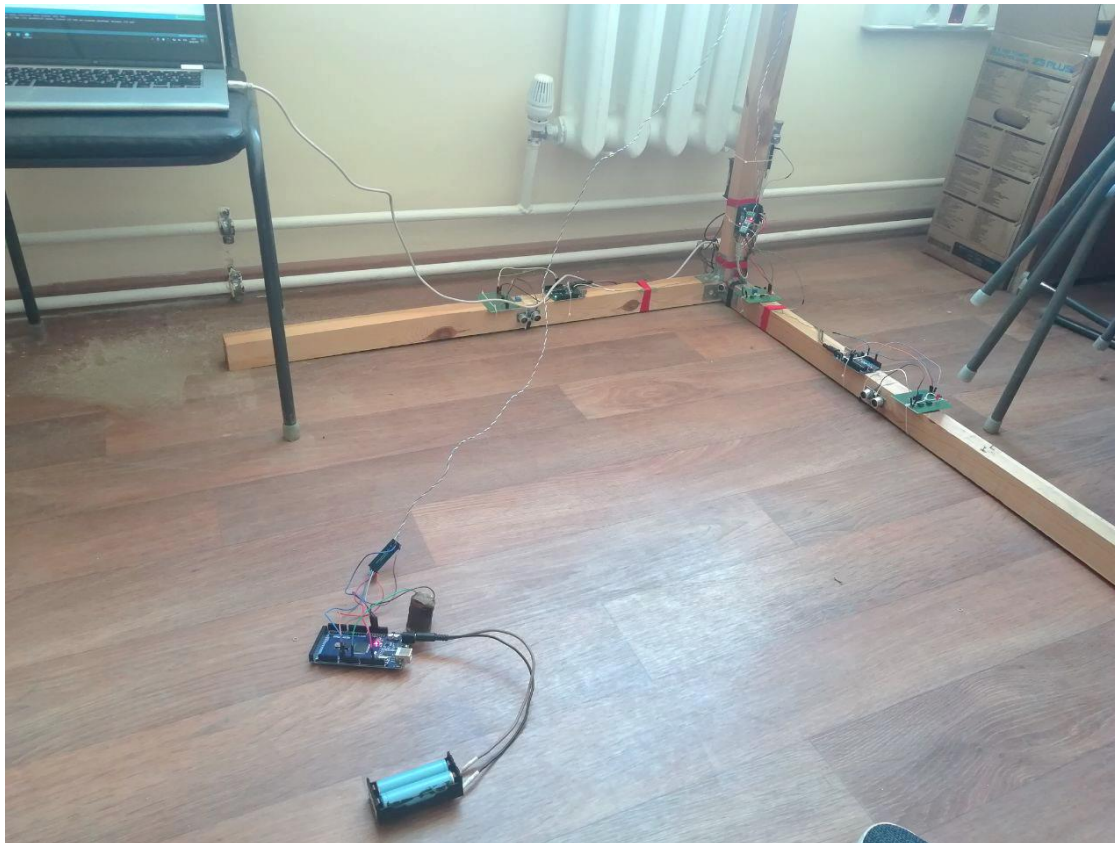
## Распаянная схема приемника на печатной макетной плате



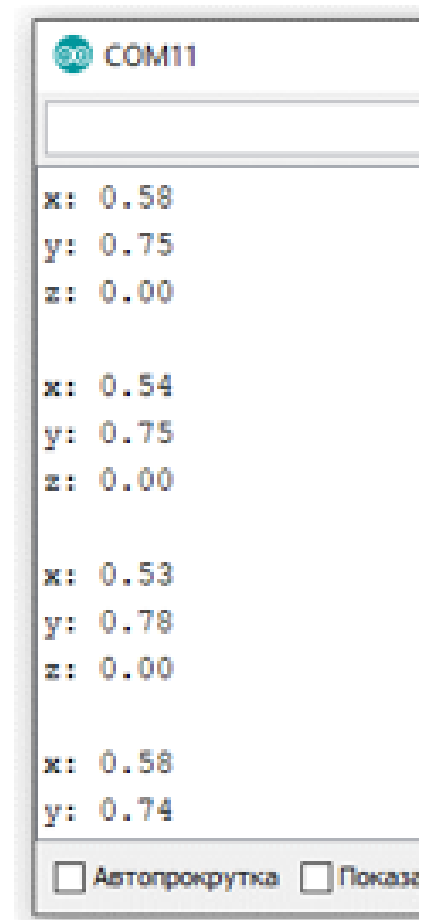
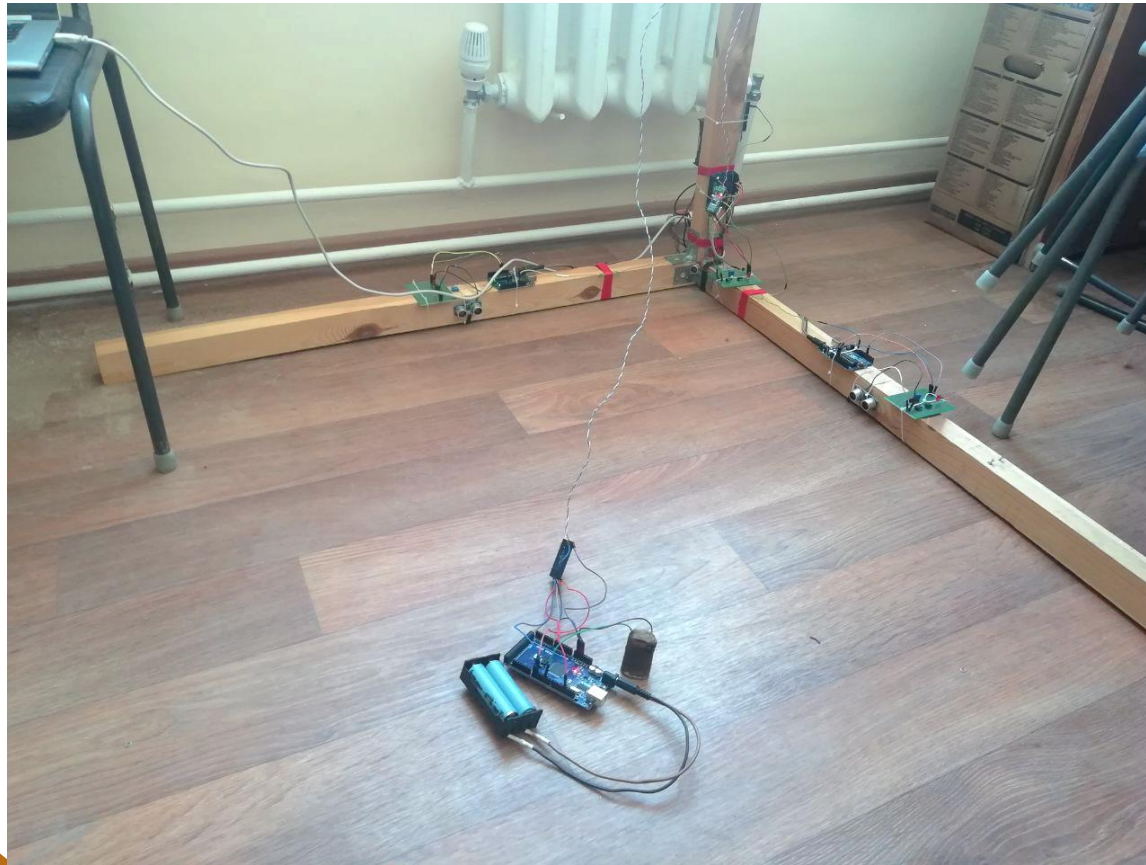


# Тестирование системы

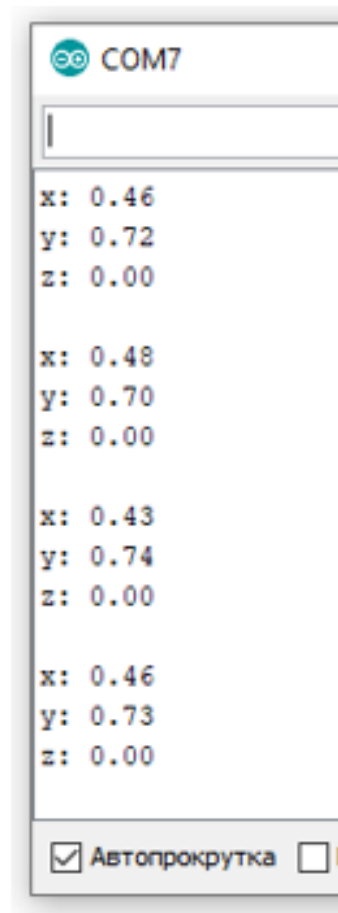
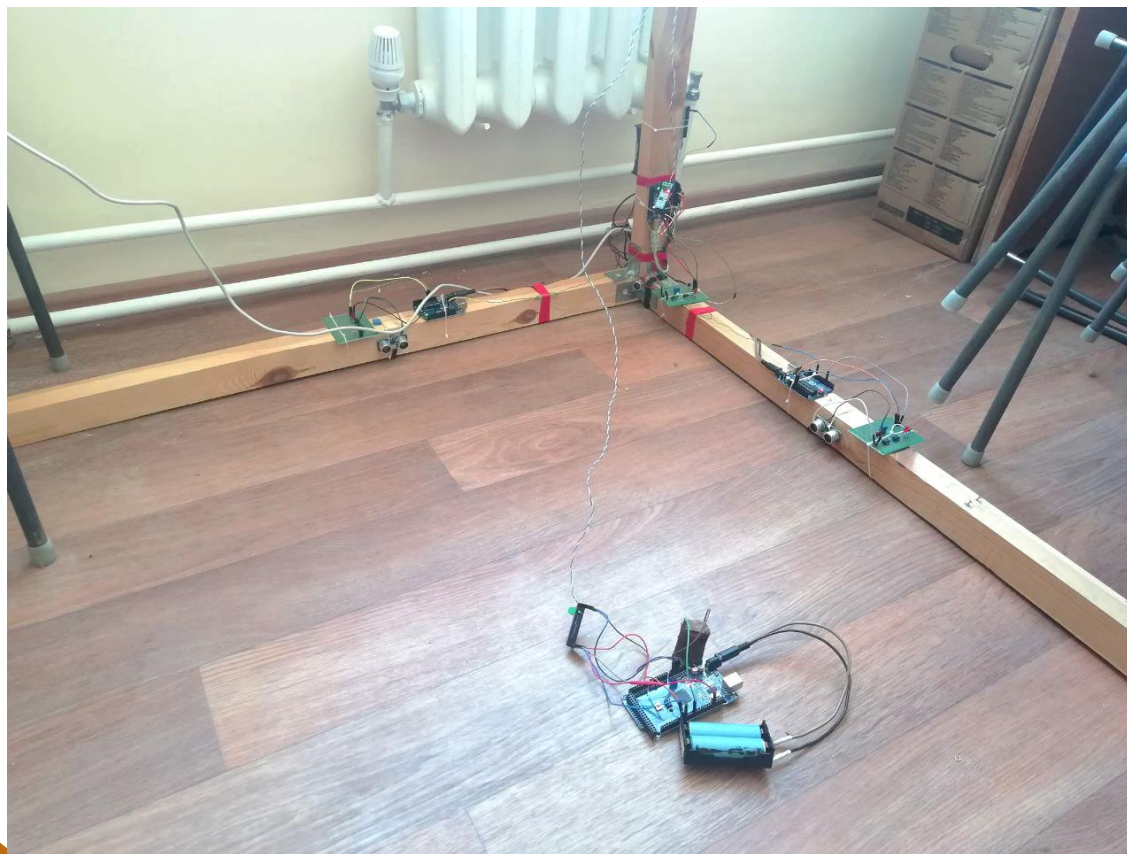
Первый эксперимент (1.15; 0.65):



## Второй эксперимент (0.6; 0.8):



## Третий эксперимент (0.5; 0.75):



# Публикации

В.Е. Гай, М.Н. Марухин Программно-аппаратная система позиционирования робота в помещении // Труды XXV международной конференции «Информационные системы и технологии» ИСТ-2019, 19 апреля 2019 г., С. 862-866





Спасибо за внимание!