

# Акустический радар

Работу выполнили:

Асриян Н.А.

Иванов Д.М.

Федоров И.А.

Руководитель:

Монахов А.М.

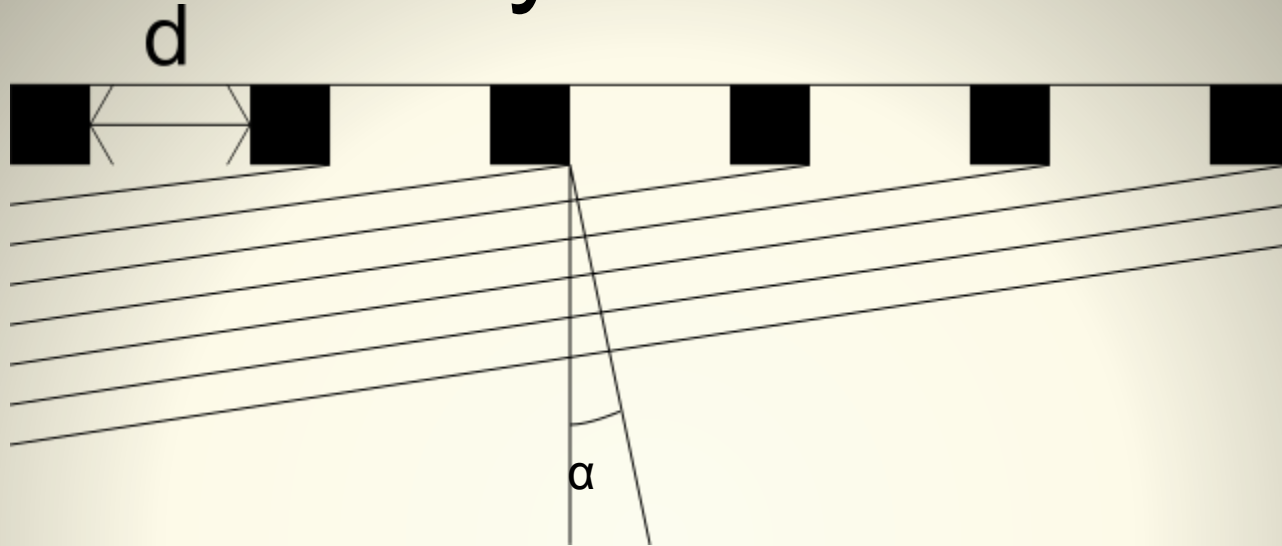
# Постановка задачи

1. Создание прототипа радиолокационного детектора.
2. Используем акустические волны, ввиду простоты их получения и детектирования. (колонки + микрофон)
3. Устройство реализовано на ПЛИС, потому что в радиодиапазоне требуется большая скорость обработки информации, которую не может обеспечить компьютер общего назначения.

# Принципиальная схема



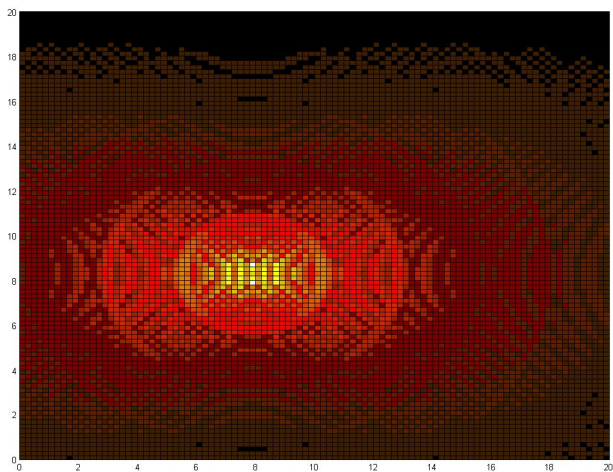
# Излучатель



Для простоты математической обработки будем работать в плоских волнах, т.е. излучатель будет состоять из ряда одинаковых излучателей сферических волн со строго определенным сдвигом фаз между соседними источниками.

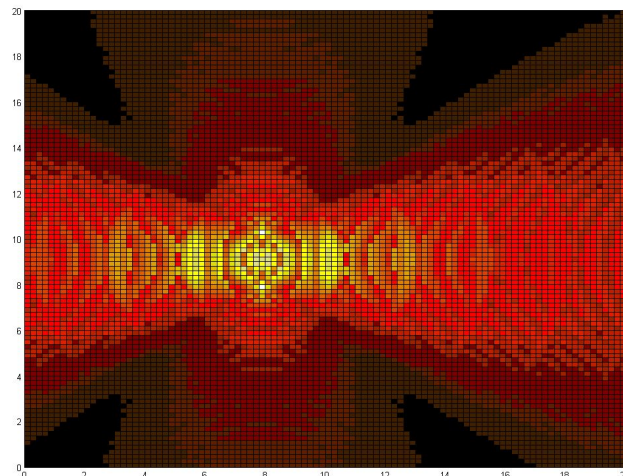
При этом, хочется иметь возможность управлять направлением фронта волны, для этого нужно изменять сдвиг фаз. Зависимость между углом  $\alpha$  и сдвигом фаз  $\varphi$  дается формулой: (место для формулы).

# Диаграмма направленности



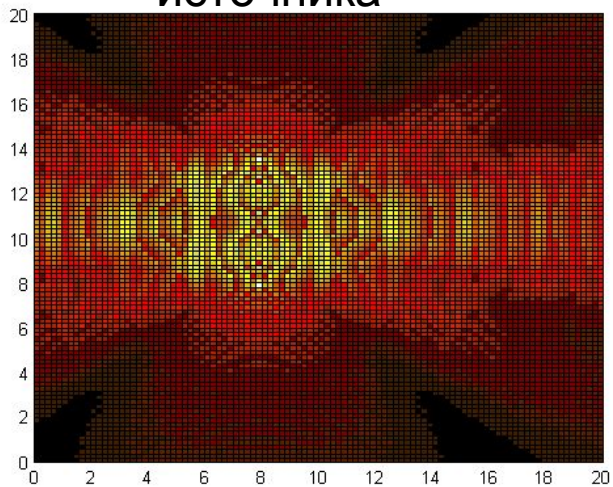
2

ИСТОЧНИКА



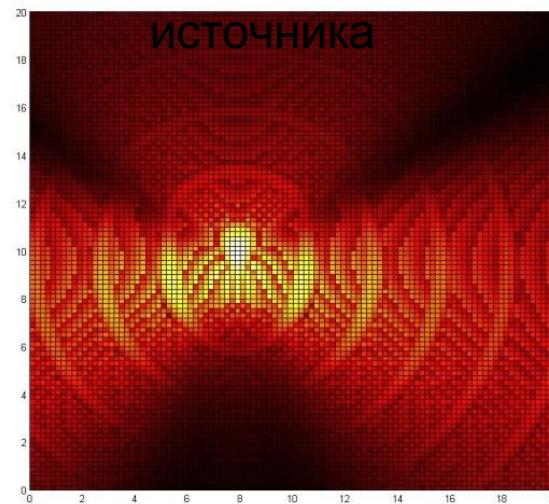
4

ИСТОЧНИКА



8

ИСТОЧНИКОВ



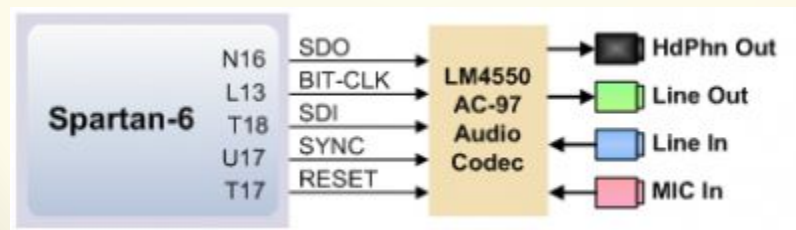
8 ИСТОЧНИКОВ со смещенным лучом

# Реализация излучателя использование Codec

## Идея:

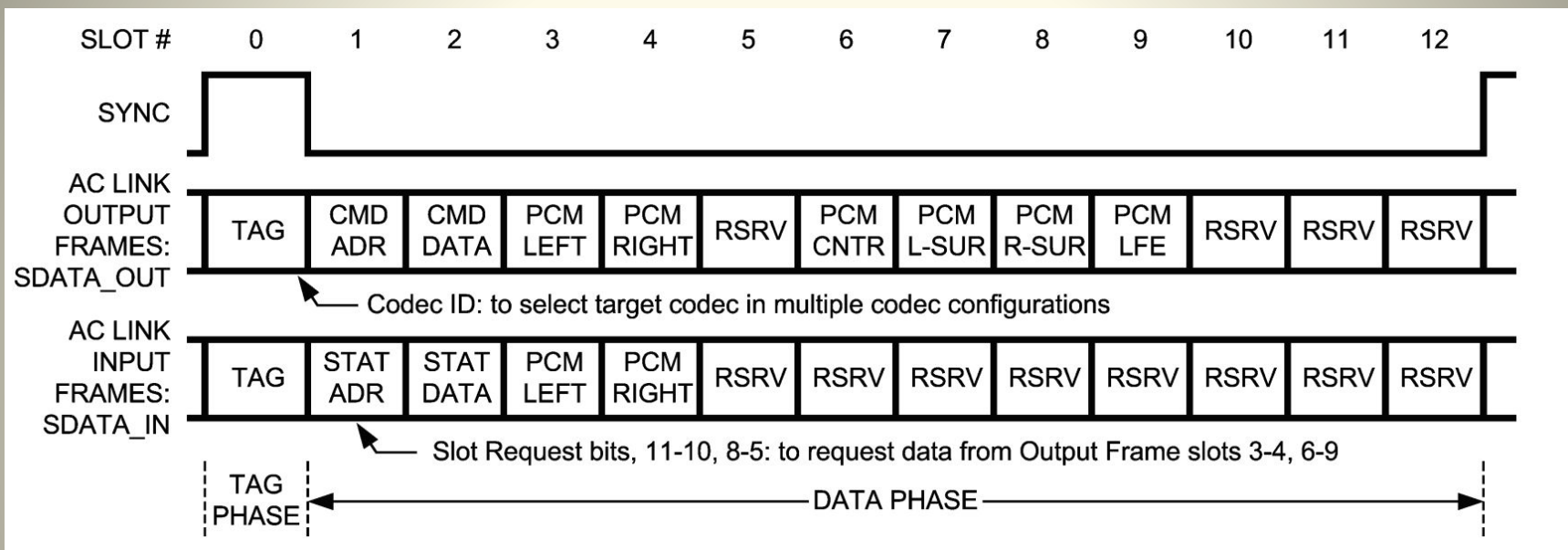
С помощью LM4550 подавать сигнал на излучатель  
(колонки)

## Взаимодействие FPGA Spartan-6 с кодеком AC'97



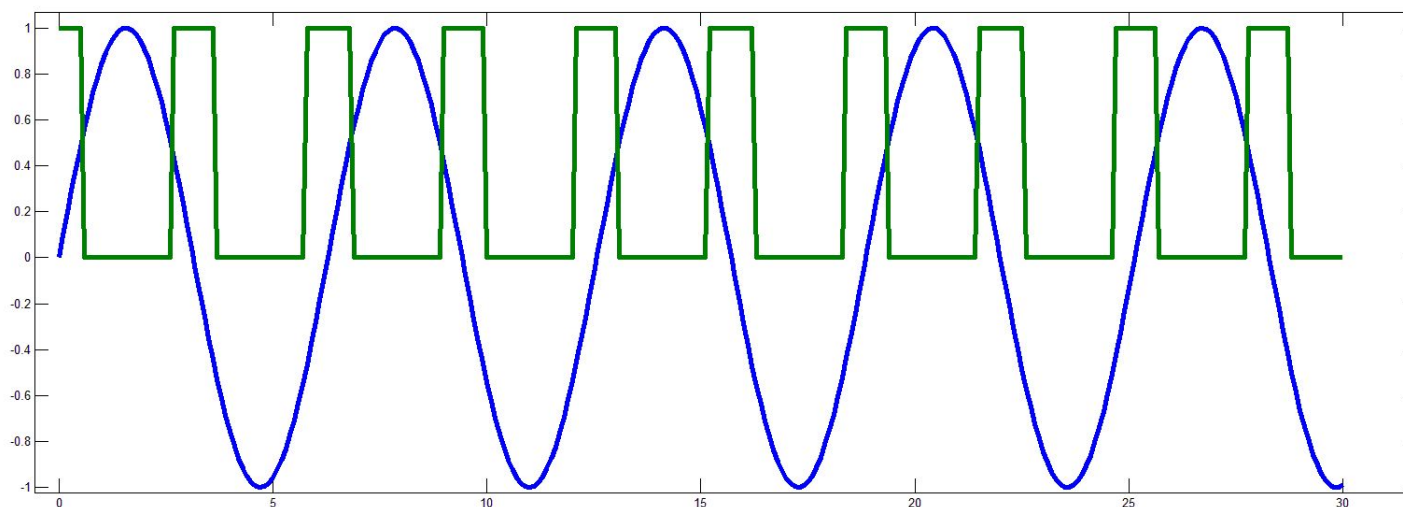
Передача информации происходит по протоколу  
AC'97

# Протокол AC'97



# Приёмники

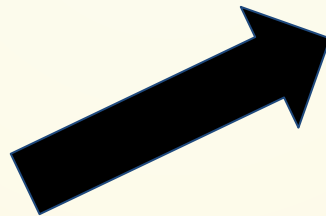
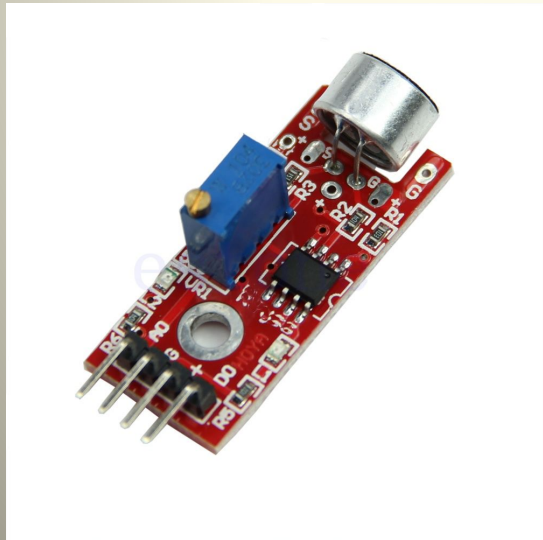
- В качестве тестовой версии вместо микрофонов использовались датчики звука, которые уже имелись в наличии
- При превышении некоторого порога интенсивности звука, логический выход переходит из состояния логической '1' в состояние логического '0'.





# Приёмник

- Для возможности работы с аналоговыми микрофонами, был создан модуль связи с параллельным двухканальным АЦП.

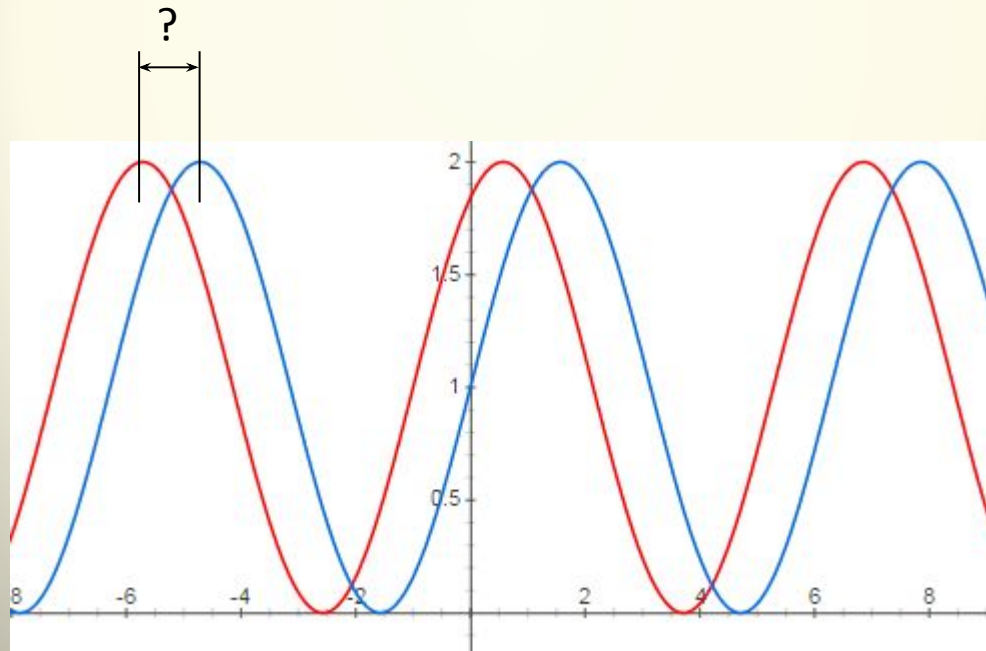


# Алгоритмы определения сдвига фаз

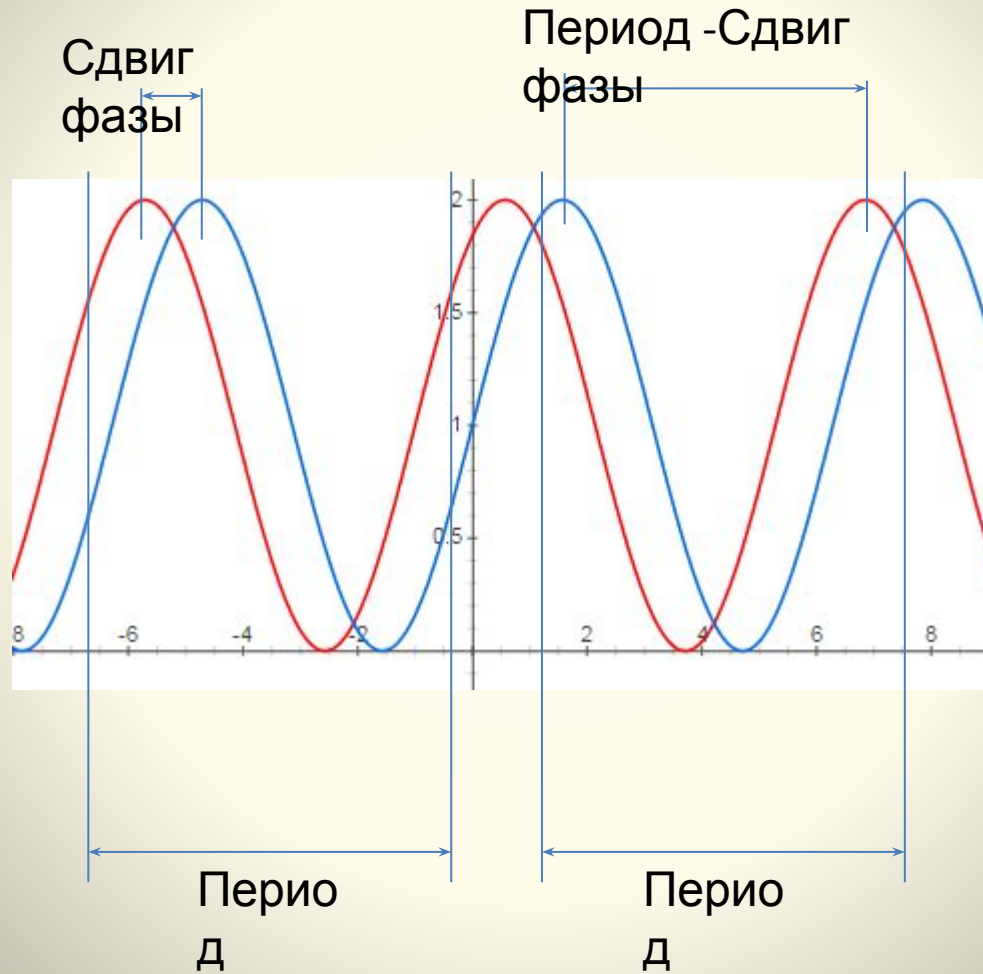
Фазовый

Амплитудный

Корреляционный анализ

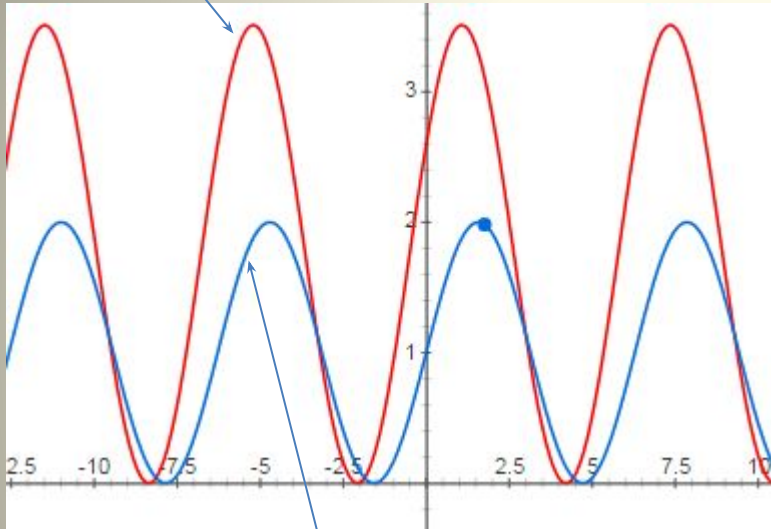


# Фазовый метод

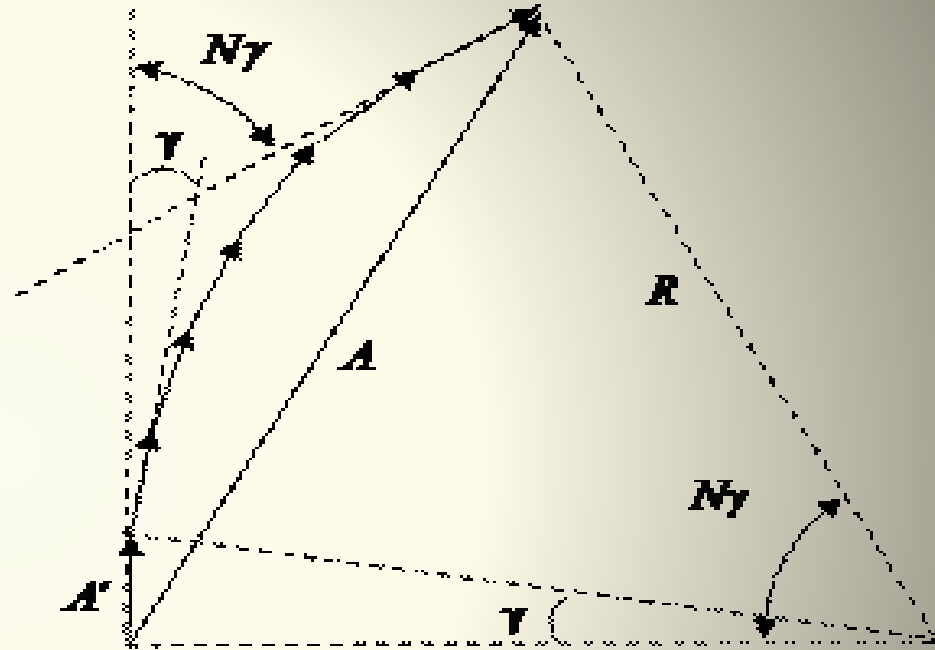


# Амплитудный метод

Сумма  
сигналов

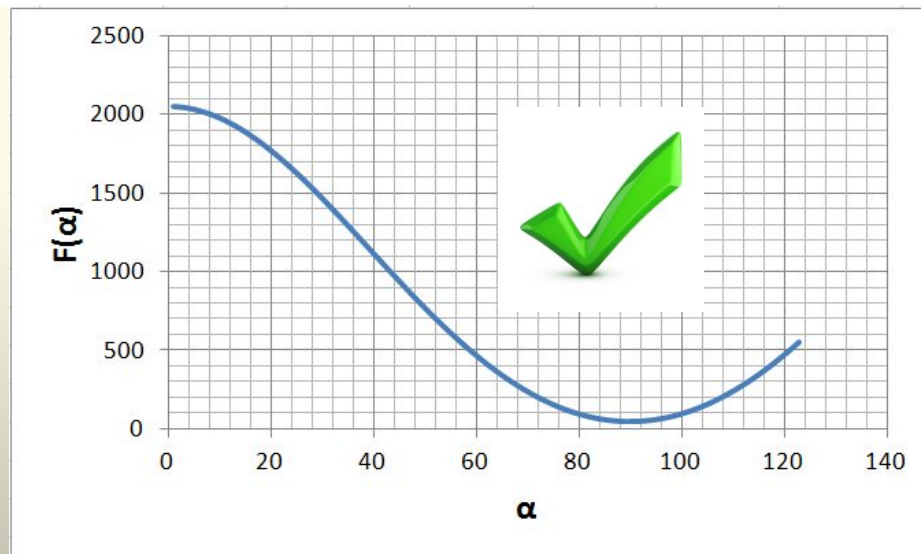
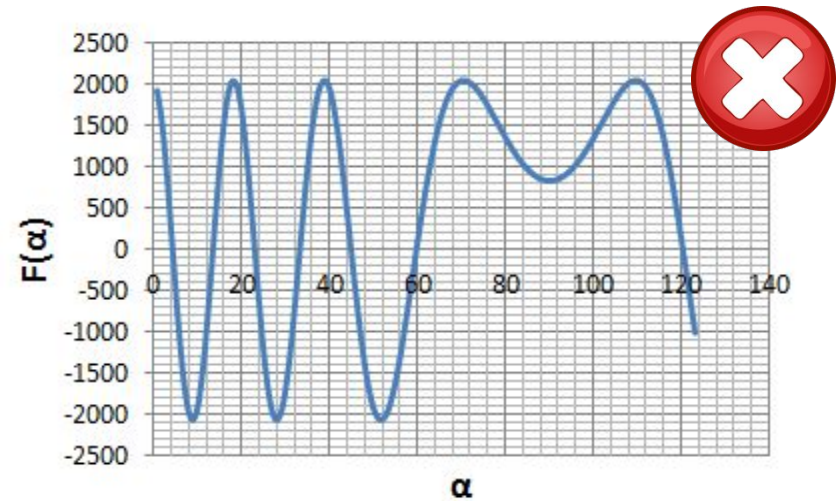
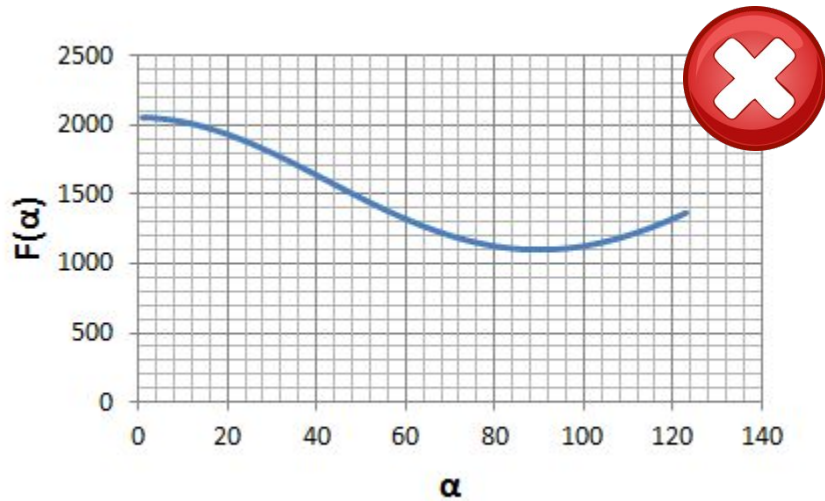


Сигнал с одного  
источника

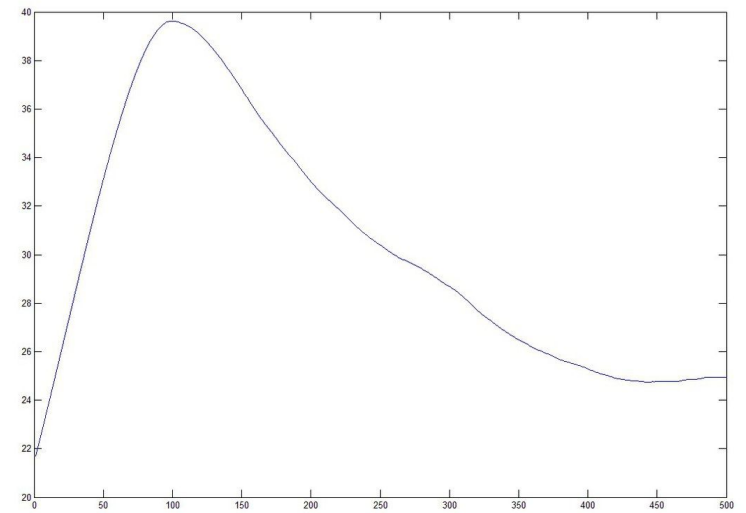
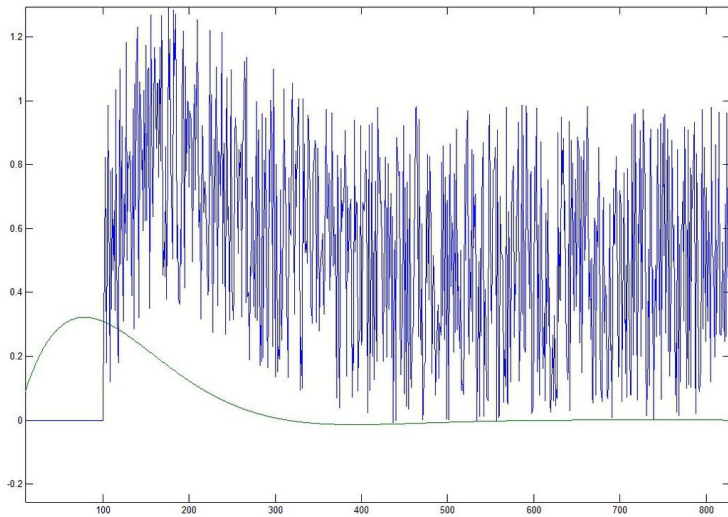


$$\frac{A_{sum}}{A_{one}} = \frac{\sin\left(\frac{N}{2}kdsin(\alpha)\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}kdsin(\alpha)\right)}$$

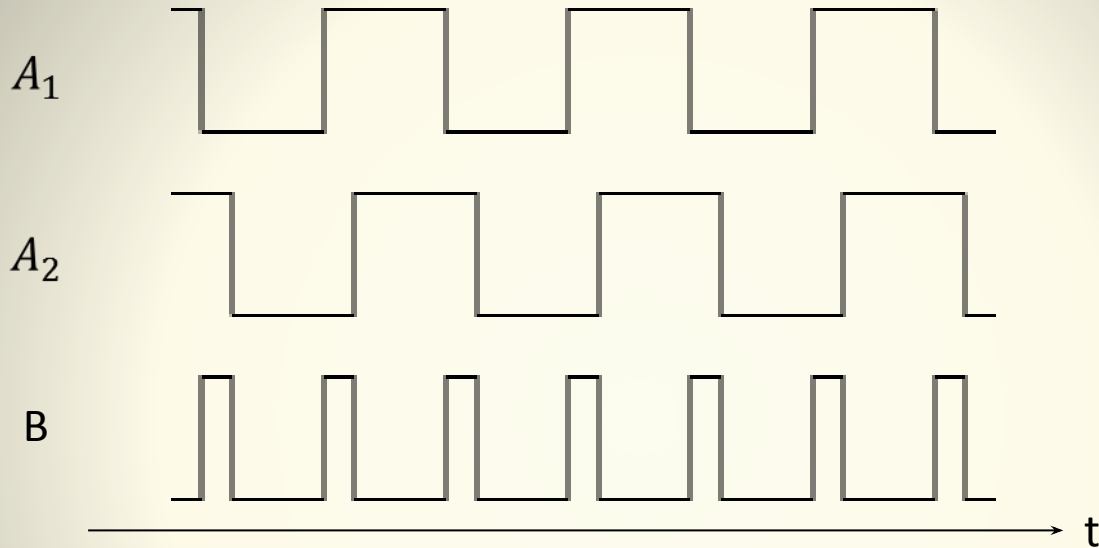
# Амплитудный метод



# Корреляционный анализ



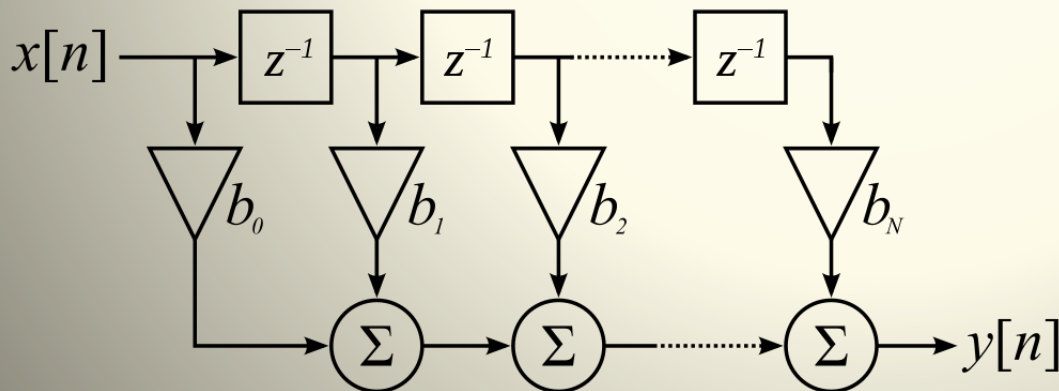
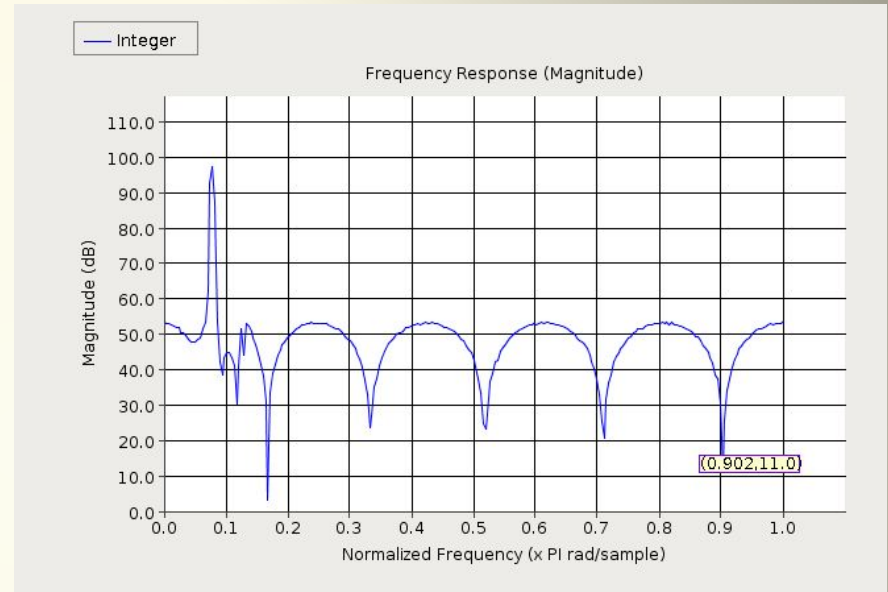
# Анализ прямоугольных импульсов (корреляционный метод для прямоугольных сигналов)



Мы получаем вспомогательный сигнал  $B(t) = A_1(t) \text{ xor } A_2(t)$ .  
Заметим, что сигнал  $B(t) = 1$  в течении времени равному двум  
разностям фаз за период. Т.е.  $\Delta\varphi = \frac{n(B(t)=1)}{2 \cdot T}$

# КИХ фильтр

- В некоторых версиях приемника использовалась фильтрация входного сигнала по частоте для защиты от внешних шумов. Это особенно актуально при наличии микрофонов, а не датчиков звука.

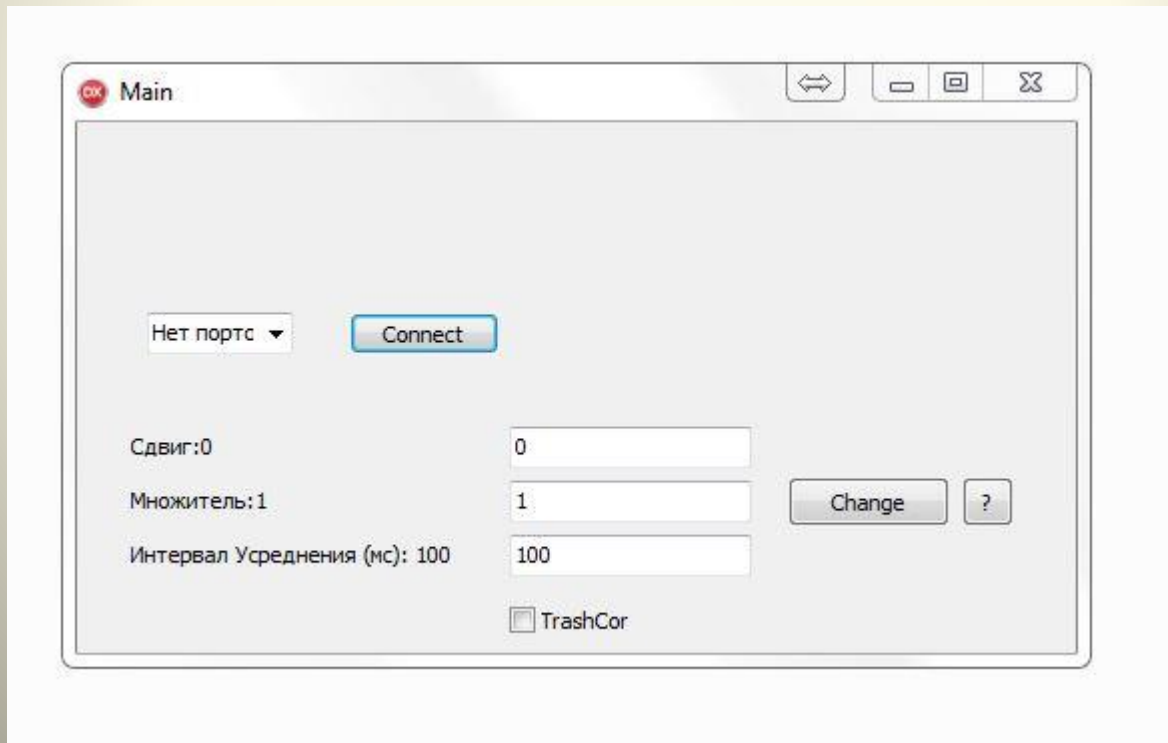


$$y_n = \sum_{i=-r}^0 b_i x_{n+i}$$



# Передача данных

- Данные из устройства выводятся по COM-порту. Прием осуществляется на компьютере с использованием специально написанной программы(использовалась среда delphi). На стороне приема данные усредняются и выводятся на экран.



# Итоги работы

- 1) Разработаны три варианта приемника, работающие с датчиками звука с использованием всех описанных методов.
- 2) Разработан блок управления излучателем, позволяющий “сканировать” пространство при помощи плоских волн

# Перспективы

- 1) Согласовать излучатель и приемник для получения полноценного радара
- 2) Перейти на аналоговые микрофоны, что существенно более информативно и позволяет повысить помехозащищенность