

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р. Е. АЛЕКСЕЕВА**

Выпускная квалификационная работа

**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ МОНОАУРАЛЬНОЙ
ЛОКАЛИЗАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ НА
ИСТОЧНИК ЗВУКА**

Выполнил:

Студент группы М14-ИВТ-3

Поляков И. В.

Научный

руководитель:

К. Т. Н., доцент

Гай В. Е.

НИЖНИЙ НОВГОРОД

2016

Цель и задачи работы

Целью данной работы является разработка моделей и методов монауральной локализации направления на источник звука.

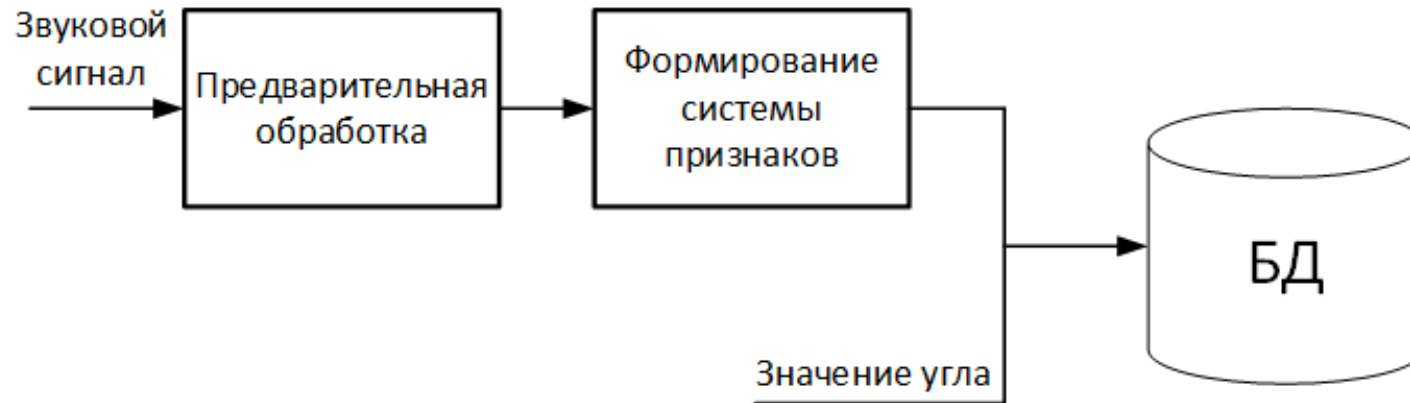
Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Обзор и анализ известных подходов к решению задачи монауральной и бинауральной локализации направления на источник звука.
2. Разработка информационной модели системы монауральной локализации направления на источник звука;
3. Разработка программной реализации модели системы; Исследование предложенной программной реализации.

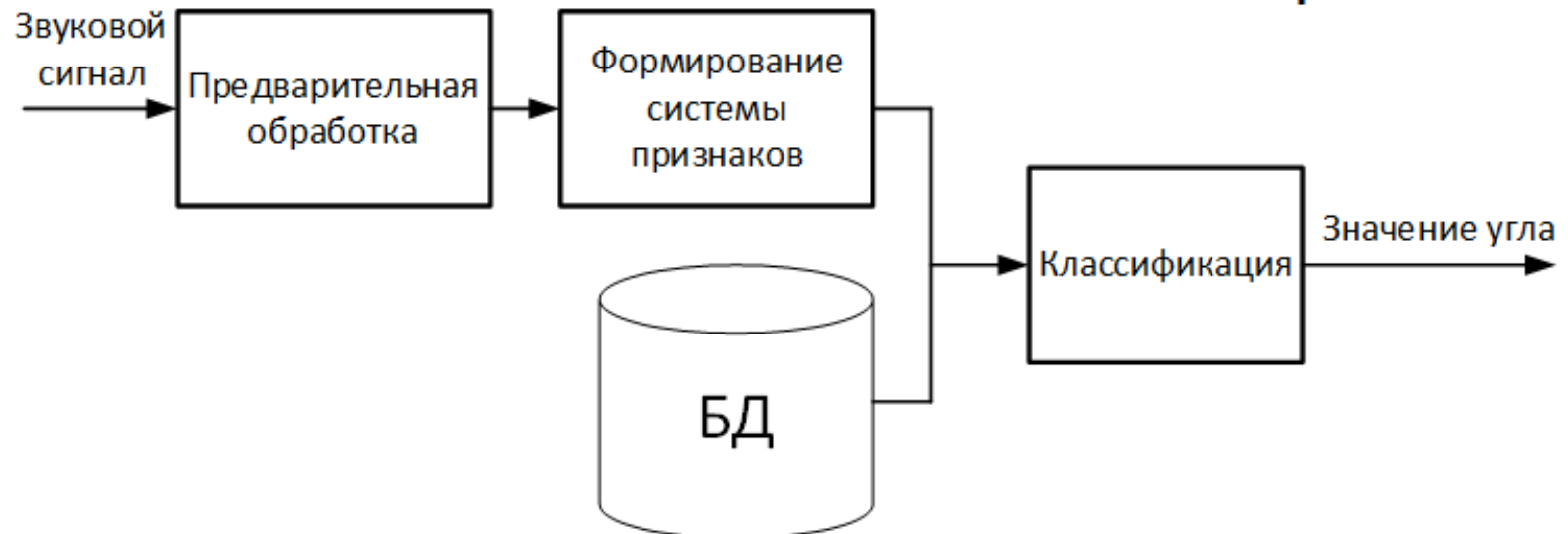
Научная новизна

1. Разработана информационная модели системы монауральной локализации направления на источник звука, отличающаяся использованием в качестве признакового описания сигнала полных групп и позволяющая сократить длительность сигнала для определения направления на источник звука.
2. Алгоритм вычисления полных и замкнутых групп по спектру звукового сигнала с применением ускорения формирования системы признаков с помощью использования гистограммы вероятности переходов.

Модель работы системы



Обучение



Предварительная обработка сигнала

Сигнал f разбивается на M сегментов, по каждому из которых вычисляется Q -преобразование.

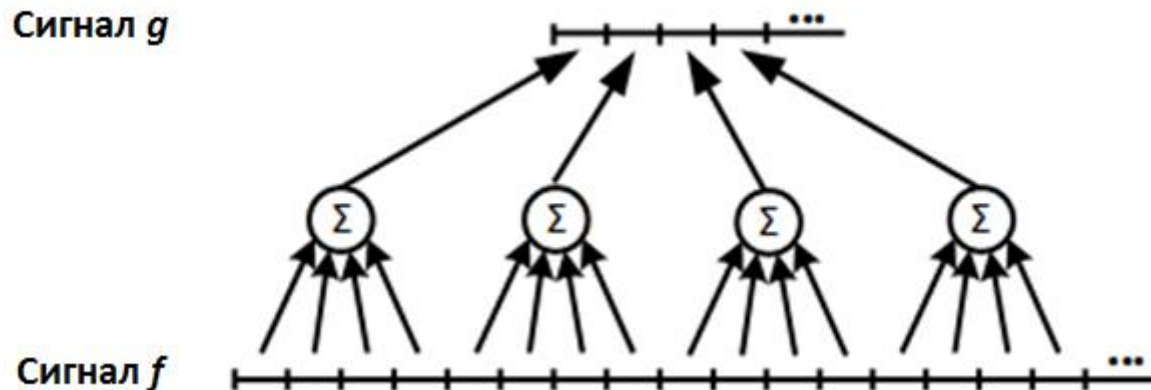
$$g(i) = \sum_{k=1}^L h_i(k), i = \overline{1, N}, k = \overline{1, M}$$

N - число отсчётов в сигнале g ,

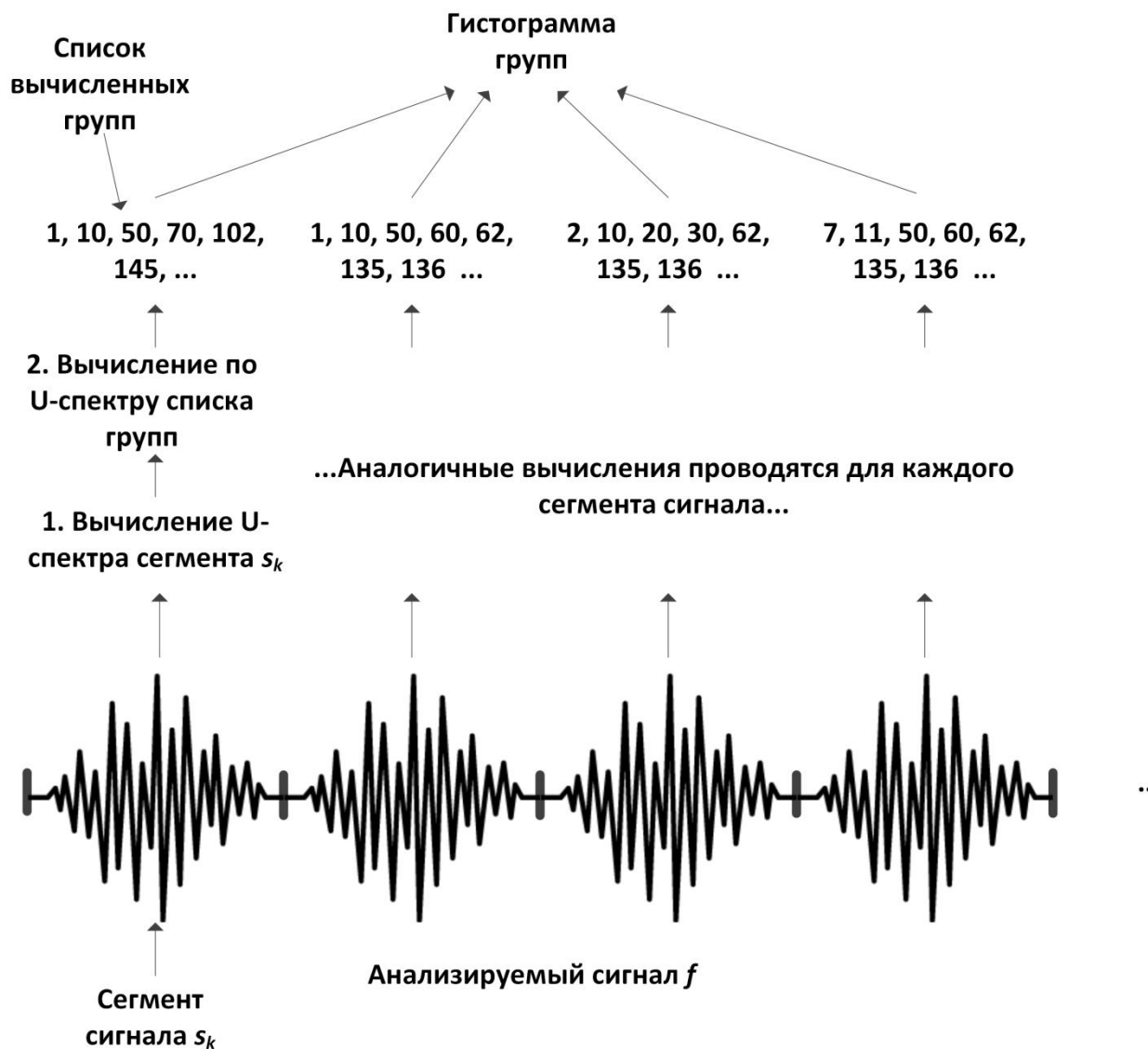
h - множество сегментов, вычисленных по сигналу f ,

L - количество отсчётов в сегменте.

На следующий этап передаётся сигнал g .



Формирование системы признаков



Ускорение формирования системы признаков

1. Алгоритм ускорения основан на хранении для каждого возможного сочетания значений операторов списка полных и замкнутых групп;
2. Число возможных сочетаний значений операторов $2^{15} = 32768$

Описание в виде операторов

Имя опе- ратора	V_1	V_2	V_3	\bar{V}_4	\bar{V}_5	V_6	V_7	\bar{V}_8	\bar{V}_9	V_{10}	\bar{V}_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}
--------------------	-------	-------	-------	-------------	-------------	-------	-------	-------------	-------------	----------	----------------	----------	----------	----------	----------



Список полных
групп:

1, 10, 34, 78, 100, 135

Описание в виде операторов

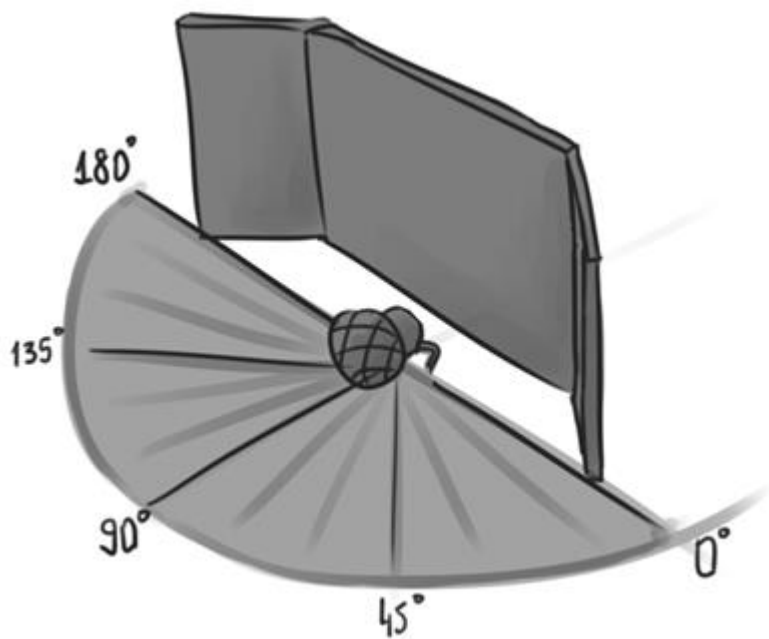
Имя опе- ратора	V_1	V_2	V_3	\bar{V}_4	\bar{V}_5	V_6	V_7	\bar{V}_8	\bar{V}_9	V_{10}	\bar{V}_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}
--------------------	-------	-------	-------	-------------	-------------	-------	-------	-------------	-------------	----------	----------------	----------	----------	----------	----------



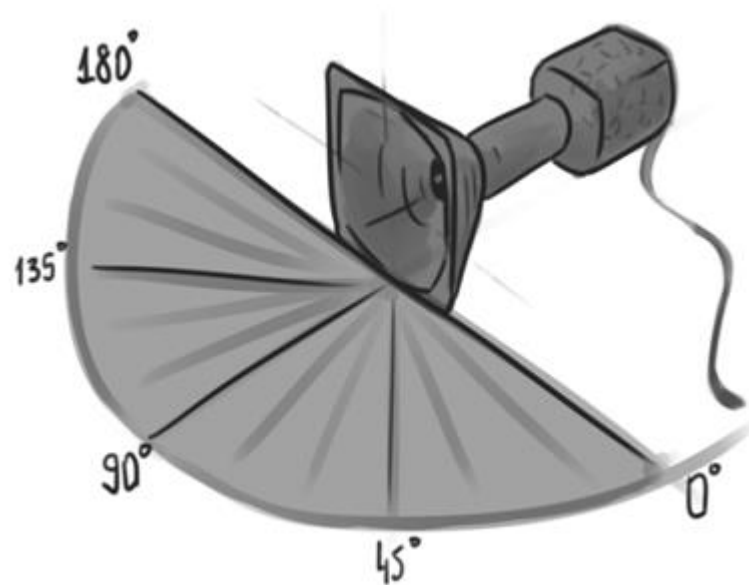
Список замкнутых
групп:

15, 20, 100 201, 305,
400, 833

Звукозаписывающая установка

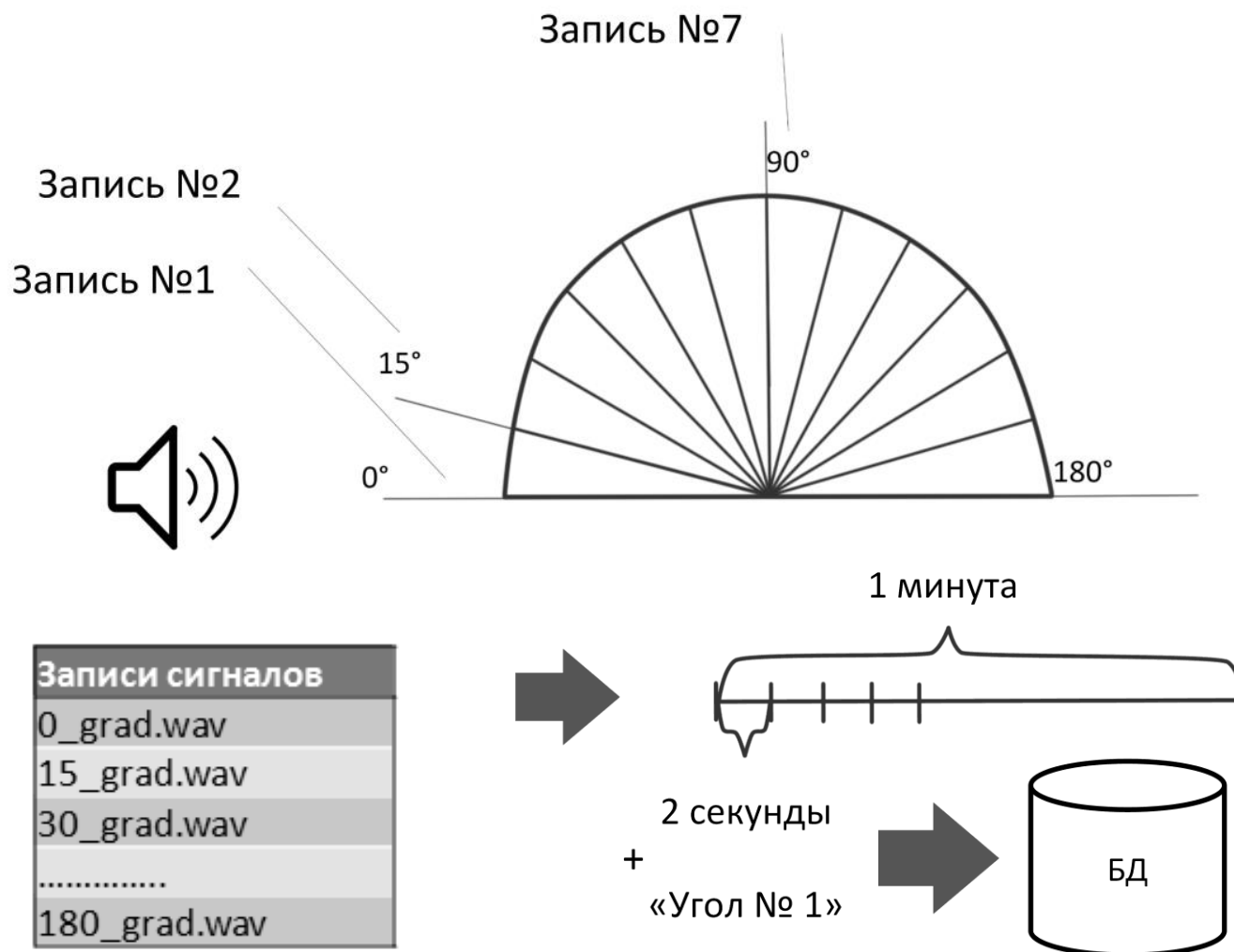


Установка
№1



Установка
№2

Процесс составления базы эталонов



Известные подходы к решению задачи монауральной локализации направления на источник звука

Формат записывающей установки	A	B	C	D
Широкополосный шум	42,6°	8,8°	4,3°	22,3°
Человеческая речь	67,8°	19,3°	7,7°	21,35°
Собачий лай	55,7°	14,2°	18,3°	60,28°
Звук водопада	42,1°	11,8°	9,3°	42,7°
Чистый тон	88,7°	89,1°	86,4°	82,6°

№ Установки	Система признаков	Длительность сигнала в секундах	Средняя ошибка определения угла
1	Полные группы (сложение)	20	9,2°
1	Полные группы (умножение)	20	7,5°
2	Полные группы (сложение)	20	9,8°
2	Полные группы (умножение)	20	6,6°

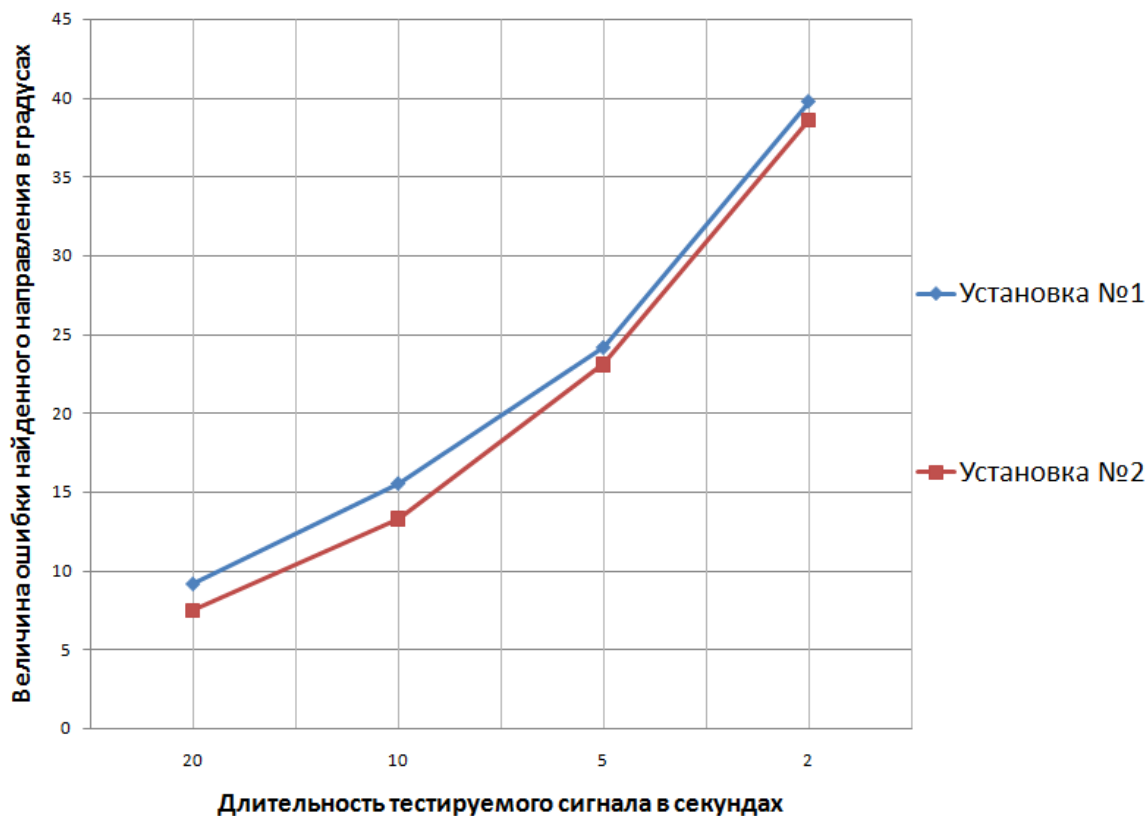
Результаты, представленные в работе *Ashutosh Saxena Andrew Y. Ng. Learning Sound Location from a single microphone // Proceedings of the 2009 IEEE international conference on Robotics and Automation. — 2009.*

Вычислительный эксперимент

№ Установки	Система признаков	Длительность сигнала в секундах	Средняя ошибка определения угла в градусах
1	Полные группы (сложение)	20	9,2
1	Полные группы (умножение)	20	7,5
2	Полные группы (сложение)	20	9,8
2	Полные группы (умножение)	20	6,6
1	Полные группы (сложение)	10	15,57
1	Полные группы (умножение)	10	18,46
2	Полные группы (сложение)	10	10,2
2	Полные группы (умножение)	10	13,3
1	Полные группы (сложение)	5	21,3
1	Полные группы (умножение)	5	24,2
2	Полные группы (сложение)	5	23,2
2	Полные группы (умножение)	5	26,4
1	Полные группы (сложение)	2	38,2
1	Полные группы (умножение)	2	40,3
2	Полные группы (сложение)	2	39,1
2	Полные группы (умножение)	2	40,1

Вычислительный эксперимент

Зависимость точности нахождения направления на источник звука от длительности сигнала тестирования.



Заключение

1. Разработана система монауральной локализации направления на источник звука;
2. Разработана программная реализация модели системы;
3. Выполнено тестирование, включающее в себя проведение экспериментов с реализованной моделью, поиск алгоритма ее работы, дающего наилучший результат, а также сравнение полученных результатов с аналогами.

Публикации

- Поляков И. В., Гай В. Е.* Монауральная система локализации источника звука - Томск: Молодежь и современные информационные технологии, 2014. - С. 431
- Поляков И. В., Гай В. Е.* Поиск источника звука с одним микрофоном - Нижний Новгород: Международная научно-техническая конференция «Информационные системы и технологии», 2015.
- Поляков И. В., Гай В. Е.* Использование монаурального подхода в системах поиска направления на источник звука - Москва: Международная научно-техническая конференция «INTERMATIC», 2015. - С. 183-185.
- Поляков И. В., Гай В. Е.* Роль формы звукоулавливателя в монауральной системе локализации источника звука - Нижний Новгород: Международная научно-техническая конференция «Информационные системы и технологии», 2016.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!