

2. Безопасность сетей 802.11 — основные угрозы/Хабрахабр. [Электронный ресурс]. // Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/151126/>. - Загл. с экрана. Дата обращения: 31.04.2014.
3. Танненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. / Э. Танненбаум - СПб.: «Питер», 2003. - 572 с.
4. Танненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. / Э. Танненбаум - СПб.: «Питер», 2003. - 736 с.
5. Мэрритт М. Безопасность беспроводных сетей / М. Мэрритт, Д. Поллино; Пер. с англ. А.В. Семенова — М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. - 288 с.

## **ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ**

*А.В. Одицова*, АлтГУ физико-технический факультет, 5 к.

Научный руководитель – *А.В. Егоров*, к.ф.-м.н., доцент.

В настоящее время существуют несколько методик оценки разборчивости речи в акустическом канале связи. Применительно к оценке защищенности речевой информации наибольшую популярность получили формантные методы, которые, в сущности, являются различными версиями единого формантного подхода.

Многообразие версий объясняется недостаточной изученностью вопросов формантой разборчивости речи. Для проведения исследований в этой области необходима гибкая система по оценке защищенности акустического канала связи, позволяющая использовать и сравнивать различные методы. Представленные на рынке аппаратно-программные комплексы используют закрытые алгоритмы вычисления разборчивости речи, что является неприемлемым для научных исследований.

В настоящей работе разработана автоматизированная система оценки защищенности акустического канала связи, которая позволяет оценивать уровень разборчивости речи, используя различные методики.

Ключевым понятием в теории разборчивости речи является понятие форманта, которая характеризует области максимальной

концентрации энергии в спектре звука речи. Каждый звук имеет несколько формант и свою индивидуальную спектральную огибающую [1].

Разборчивость речи, в соответствии с международным стандартом ISO/TR 4870, определяется как «степень, с которой речь может быть понята (расшифрована) слушателями». Различают формантную  $R$ , слоговую  $S$ , словесную  $W$  и фразовую  $I$  разборчивости. Между ними существует однозначная связь (для данного языка), установленная экспериментальным путем на основе так называемых артикуляционных испытаний [2].

В настоящее время существуют следующие отечественные версии формантного подхода оценки разборчивости речи: Н.Б. Покровского, Ю.С. Быкова, М.А. Сапожкова. А также зарубежные: AI (Articulation Index), SII (Speech Intelligibility Index). В каждой из перечисленных версий формантную разборчивость  $R$  определяют как среднюю вероятность отсутствия маскировки речи шумом:

$$R = \sum_i^n R_i = \sum_i^n k_i * K_{pi}, \quad (1)$$

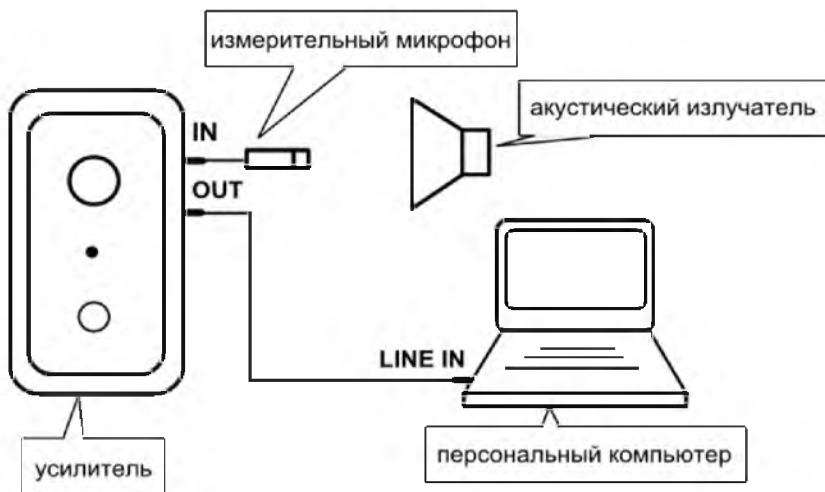
где  $k_i$  – весовой коэффициент, определяющий вероятность пребывания формант в  $i$ -ой полосе частот;

$K_{pi}$  – коэффициент восприятия речи (вероятность отсутствия маскировки речи шумом в  $i$ -ой полосе частот).

Основные отличия вариантов формантного метода заключаются в различном толковании и учете влияния частных параметров – формантного спектра речи и коэффициентов восприятия формант [3].

На базе формантного подхода был создан программно-аппаратный комплекс оценки защищенности акустического канала связи, который состоит из: персонального компьютера с установленным пакетом LabVIEW, измерительного микрофона RFT MV201, микрофонного усилителя Robotron 00 011, пистонфона 05 001, акустического излучателя.

На рисунке 1 представлена схема измерений при оценке защищенности акустического канала связи.



*Рис. 1. Схема измерений при оценке защищенности речевой информации.*

Работа программы состоит из четырех этапов: калибровка измерительного тракта, измерение уровня шума, измерение уровня сигнала на фоне шума, расчет параметров акустического канала связи. Измерения проводятся в 5-ти октавных полосах.

Калибровка измерительного тракта комплекса проводилась с помощью пистонфона, который представляет собой переносной эталон для измерения звукового давления.

С помощью разработанной установки провели исследования в 5-ти контрольных точках и сравнили результаты измерений с показаниями аппаратно-программного комплекса VNK-012GL.

В таблице 1 представлены результаты измерений уровней шума, сигнала на фоне шума и рассчитанных значений уровня сигнала в контрольной точке №1 без применения активных средств защиты:

Таблица 1

Результаты измерений уровня шума и сигнала в контрольной точке №1

КТ №1	Шум $U_{ш}$ , дБ		Сигнал + шум $U_{с+ш}$ , дБ		Сигнал $U_{с}$ , дБ	
	ПА К	VNK	ПАК	VNK	ПАК	VNK
<b>250</b>	54	51	57	55	54	53
<b>500</b>	49	48	53	51	51	48
<b>1000</b>	47	45	57	56	57	56
<b>2000</b>	38	41	58	60	58	60
<b>4000</b>	31	34	51	54	51	54

Результаты измерений, полученных с помощью разработанного комплекса и VNK-012GL, расходятся не более чем на 3 дБ. Эти различия обусловлены погрешностью измерений, разными способами калибровки измерительного тракта, а также непостоянным характером шумового фона. Проведенное сравнение разработанного программно-аппаратного комплекса (ПАК) и VNK-012GL позволяет убедиться в корректности работы его измерительной части.

По результатам измерений произведен расчет словесной разборчивости речи (Таблица 2). Для расчета использовался метод Покровского Н.Б., адаптированный в соответствующую методику российскими исследователями Хоревым А.А., Железняком В.К., Макаровым Ю.К [4].

Таблица 2

Результаты измерений уровня словесной разборчивости W

КТ	Интегральный параметр W	
	без защиты	с защитой
<b>КТ №1</b>	0,99	0,66
<b>КТ №2</b>	0,99	0,81
<b>КТ №3</b>	0,99	0,76
<b>КТ №4</b>	0,98	0,62
<b>КТ №5</b>	0,98	0,57

Стоит отметить, что разработчики аппаратно-программного комплекса VNK-012GL используют уникальные коэффициенты восприятия речи, методику построения которых не приводят в описании программного обеспечения. Это не дает нам возможности оценивать корректность результатов расчета разборчивости речи настоящей методикой на основе результатов VNK-012GL.

В ходе проделанной работы были изучены основные версии формантного подхода оценки разборчивости речи, определены их различия и составлены алгоритмы расчета. Автоматизирован процесс измерения и оценки уровня защищенности акустического канала связи. Разработанный виртуальный прибор состоит из отдельных подпрограмм, представляющих собой отдельные модули расчета и измерения. Такая структура программы удобна для исследований, так как позволяет выбирать необходимый метод измерения и, соответственно, расчета разборчивости речи. Разработанный программно-аппаратный комплекс может быть использован в учебных и исследовательских целях в области защиты речевой информации в акустическом канале связи.

### Список литературы

1. Физический энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – 944 с.
2. Покровский Н.Б. Расчет и измерение разборчивости речи. – М.: Связьиздат, 1962. С. 142-147.
3. Гавриленко А.В., Дидковский В.С., д-р техн. наук, Продеус А.Н., канд. техн. наук Сопоставление версий формантного метода оценки разборчивости речи // Электроника и связь. Тематический выпуск «Проблемы электроники». 2008 С. 227 – 231.
4. Железняк В.К., Макаров Ю.К., Хорев А.А. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации // Специальная техника. – № 4. – 2000. – С. 39–45.