

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОТ УТЕЧКИ РЕЧЕВОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ НА ОСНОВЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УХА ЧЕЛОВЕКА

В. А. Трушин, А. В. Иванов

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования*

«Новосибирский государственный технический университет»

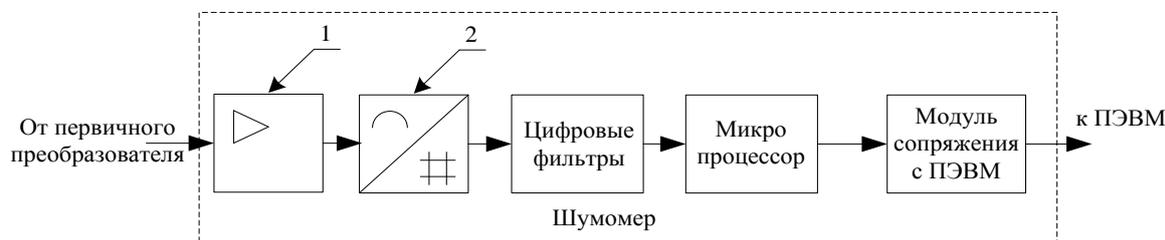
Новосибирск, Россия

E-mail: rastr89@mail.ru, ivanov_av87@mail.ru

Статья посвящена синтезу структуры программно-аппаратного комплекса оценки защищенности речевой информации, учитывающего характеристики и преобразования, присущие органам слуха человека. Проводится анализ модели человеческого уха. Рассматривается типовая блок-схема существующих комплексов. Приводится схема комплекса, учитывающего поставленную задачу.

Ключевые слова: разборчивость речи, программно-аппаратный комплекс, органы слуха человека, логарифмирование, закон Вебера – Фехнера.

Защита речевой информации от утечки по техническим каналам – одна из важнейших задач технической защиты информации. Критерием оценки защищенности речевой информации является показатель словесной разборчивости речи (W). Данный показатель рассчитывается с использованием соответствующей методики [1; 2] по результатам измерений параметров акустических сигналов (уровень тестового сигнала, шумов и смеси сигнал + шум) для каждой октавной полосы. При аттестации одного помещения необходимо провести измерения и соответствующие расчеты в нескольких десятках контрольных точек. Трудоемкость данных измерений и расчетов обуславливает необходимость использования автоматизированных программно-аппаратных комплексов (ПАК). Большинство имеющихся на рынке подобных комплексов строятся на базе цифровых шумомеров (рис. 1) и реализуют полную автоматизацию процесса измерений, расчетов и оформление отчетных документов.



*Рис. 1. Типовая блок-схема цифрового шумомера:
1 – предусилитель; 2 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП)*

Следует отметить, что процесс логарифмирования происходит после определения спектра сигнала либо применения полосовых фильтров.

Несмотря на развитие спектра технических средств звукозаписи и обработки сигналов, конечным «анализатором» речевых сообщений, выделяющим смысловую составляющую сигнала, всегда является человек. Очевидно, что требования к характеристикам измерительного оборудования, а также к методике оценки защищенности должны соответствовать параметрам человеческого уха. При этом должны учитываться все преобразования, происходящие с момента воздействия акустического сигнала на органы слуха до момента передачи параметров сигнала нервной системе. К сожалению, ни используемая методика, ни измерительное оборудование не учитывают данные обстоятельства, что, возможно, и приводит к несоответствию результатов оценки W , получаемых по методике [1], с результатами экспериментальных исследований со связными текстами [3, 4].

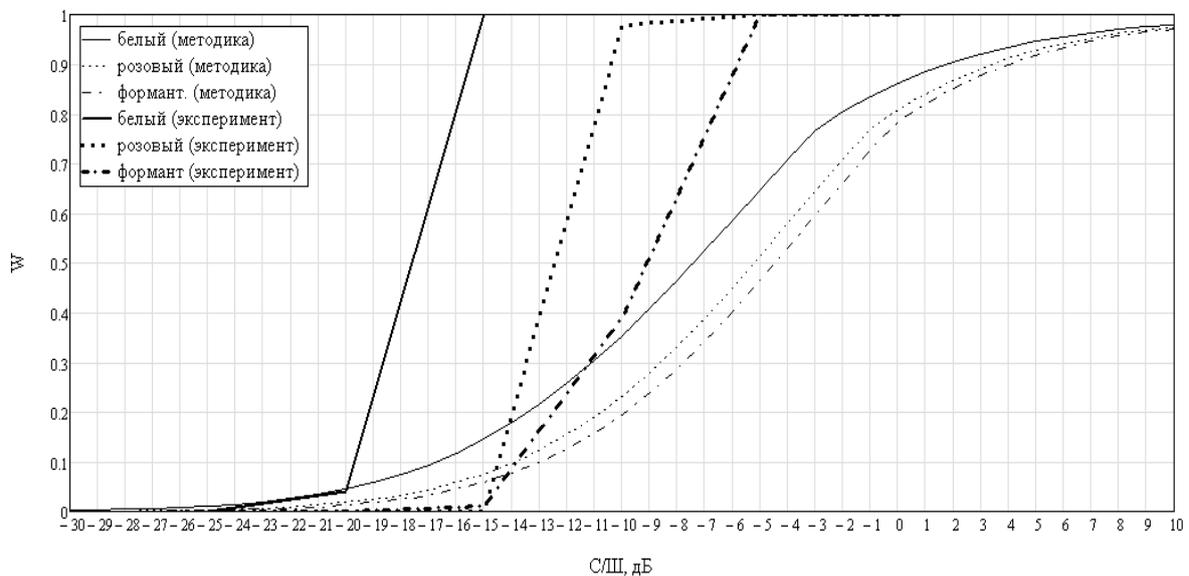


Рис. 2. Зависимости словесной разборчивости W от соотношения сигнал/шум, полученные экспериментальным путем и расчетным по общепринятой методике, для различных типов помех

На рис. 2 представлено сопоставление зависимостей W от соотношения сигнал/шум для различных типов шумов (белый, розовый, формантоподобный), полученное по результатам артикуляционных испытаний (линейные жирные графики) и расчетным путем по методике [1] (тонкие кривые).

Органы слуха человека представляют собой сложную систему, состоящую из нескольких отделов (рис. 3).

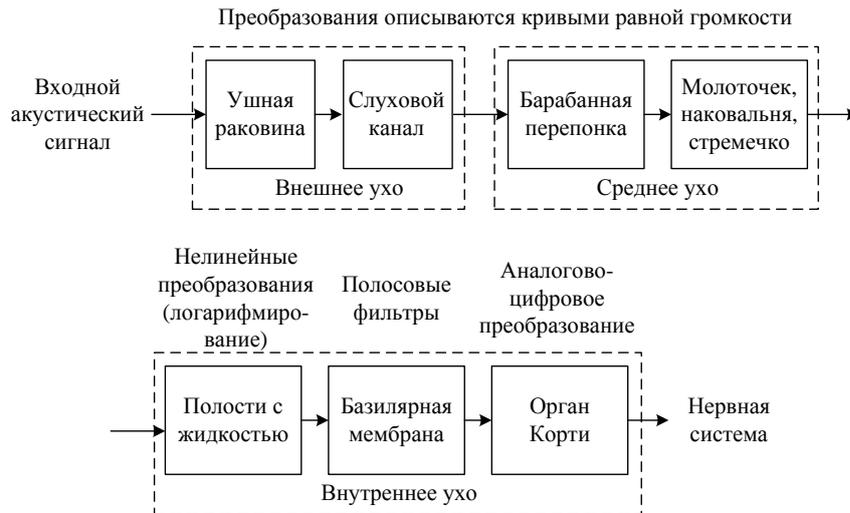


Рис. 3. Модель человеческого уха

Из-за сложности проведения исследований (необходимо проводить измерения именно в живом ухе человека) объективных результатов по передаточной характеристике человеческого уха до сих пор не существует. Все имеющиеся зависимости получены по результатам сложных и длительных субъективных экспериментов. Имеющиеся на данный момент описания преобразований, протекающих в человеческом ухе, подробно представлены в [5, 6].

Открытым остается вопрос о преобразовании формы входного сигнала и появлении «субъективных» гармоник. Факт наличия данных гармоник подтвержден множеством экспериментов, но все они проводились на примере гармонических сигналов (отчетливо фиксировались гармоники, а при воздействии двух гармонических сигналов разной частоты – гармоники с комбинационными частотами). Какой результат будет при наличии на входе широкополосного сигнала, не вполне ясно.

Согласно закону Вебера – Фехнера и рис. 3, логарифмирование должно осуществляться до спектрального анализа. Поскольку спектр логарифма и логарифм спектра не есть одно и то же, то существующая структура ПАК дает искаженные результаты оценки W .

На наш взгляд, оптимальная структура измерительного тракта ПАК оценки защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам, учитывающая преобразования, происходящие в органах слуха человека, должна иметь следующий вид (рис. 4).

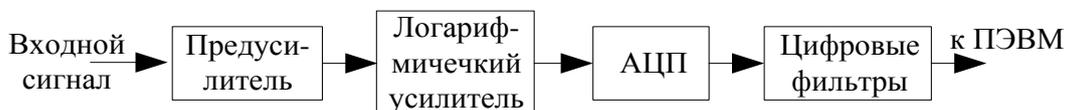


Рис. 4. Блок-схема измерительного тракта программно-аппаратного комплекса оценки защищенности речевой информации

Полученная структура программно-аппаратного комплекса для оценки защищенности речевой информации, на наш взгляд, является более адекватной характеристикой органов слуха человека. Результаты исследований, полученные с помощью такого ПАК, будут более достоверны.

Библиографические ссылки

1. Железняк В. К., Макаров Ю. К., Хорев А. А. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации // Специальная техника. 2000. № 4. С. 39–45.
2. Покровский Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи. М.: Связьиздат, 1962.
3. Бацула А. П., Иванов А. В., Рева И. Л., Трушин В. А. О достоверности оценки защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам // Докл. ТУСУРа. 2010. №1(21). Ч 1. С. 89–92.
4. Трушин В. А., Рева И. Л., Иванов А. В. О методических погрешностях оценки словесной разборчивости речи в задачах защиты информации // Доклады ТУСУРа. № 1(25). Ч 2. 2012. С. 180–185.
5. Алдошина И. А. Музыкальная акустика. Р. Приттс. СПб., 2006.
6. Сапожков М. А. Акустика. Справочник. М.: Радио и связь, 1989.