

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

*В статье проведен сопоставительный анализ методов оценки защищенности речевой информации. Показаны проблемы повышения точности и достоверности определения разборчивости речи, связанные с совершенствованием методов шумоочистки и обработки информации.*

*Ключевые слова: выделенные помещения, разборчивость речи, шумоочистка, высокая достоверность, цифровой обработки, параметр.*

I.A. Ormonova - associate professor, M.R. Ormonov - lecturer,  
B.O. Kochkonbaeva – senior lecturer, Osh technological university

## METHODICAL ASPECTS OF AN ESTIMATION OF SECURITY SPEECH INFORMATION

*In article the comparative analysis of estimation's methods of the speech information protection is carried out. Accuracy increase and reliability of the speech legibility definition problems connected with perfection of the noise fleering methods and the information processing are shown.*

*Key words: allocated premises, speech legibility, noise fleering, high authenticity, digital treatment, parameters.*

В настоящее время для целей обеспечения безопасности речевой информации (РИ), циркулирующей в выделенных помещениях (ВП) используются различные методы, оценивающие интегральный критерий – разборчивость речи (РР) [3]. Всего насчитывается несколько десятков методов расчета и измерения разборчивости речи. Условно все методы разделяют на два класса: объективные и субъективные. При этом необходимо учитывать, что во многих объективных методах используются экспериментальные результаты, полученные в процессе субъективных артикуляционных испытаний. К объективному относятся методы, основанные на инструментальных измерениях численных значений параметров речевых сообщений (РС), к субъективным – базирующиеся непосредственно на экспертных оценках. К недостаткам субъективных методов, следует отнести низкую оперативность, трудоемкость и сложность получения результатов. При этом их несомненным преимуществом (например, метода артикуляционных испытаний) являются универсальность. А высокая достоверность обеспечивается значительным объемом анализируемых статистических данных.

Классификация основных отечественных и зарубежных объективных методов оценки разборчивости речи представлена на рис. 1.

Считается, что из всех представленных наибольшей точностью оценок обладают методы, основанные на формантной теории речи, наименьшей – эмпирические. На постсоветском пространстве при оценке защищенности РС в основном используются различные версии формантного метода, среди которых наибольшее распространение получили версии Н.Б. Покровского и М.А. Сапожкова [2].

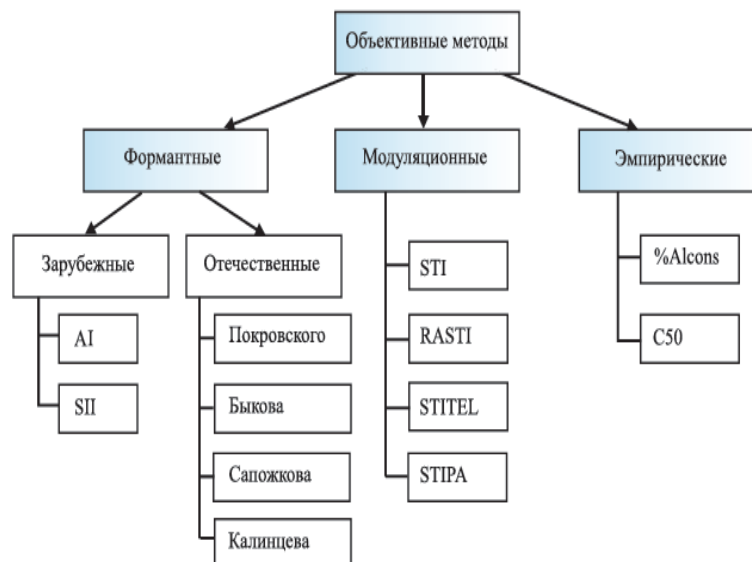


Рис.1. Классификация объективных методов оценки разборчивости речи

Основные отличия вариантов формантного метода заключаются в различном толковании и учете влияния частных параметров – формантного спектра речи и коэффициентов восприятия формант. Так, в зарубежной версии формантного метода AI (Articulation Index) и его модификациях считается, что разборчивость речи пропорциональна средней разности между пиковым уровнем речи и эффективным уровнем маскирующего шума в 20-ти равно артикуляционных либо в 1/1 или 1/3 октавных полосах. Алгоритмически этот метод во многом схож с отечественным методом определения разборчивости по версии Н.Б. Покровского [1]. В версии М.А Сапожкова при расчетах также оперируют пиковыми значениями уровней сигнала и маскирующего шума, а спектр формант отождествляется со спектром речи, в то время как Н.Б. Покровский не отождествляет спектр речи и спектр формант и, кроме того, оперирует с эффективными уровнями сигнала и шума. Примечательно, что в каждой отечественной версии формантного метода формантный спектр определяется по-иному. Исходя из этих фактов не которые исследователи делают вывод, что формантный спектр – понятие вспомогательное и необязательное [3].

Корректное сопоставление коэффициента восприятия формант  $p(E)$  с учетом различий отечественных версий проведено в работах украинских ученых [2], результирующие графики представлены на рис. 2.

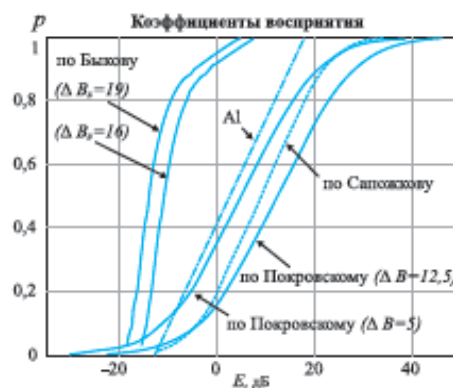


Рис. 2 . Сопоставление зависимостей коэффициентов восприятия от относительного уровня интенсивности формант E для различных версий формантного методе

Частотная зависимость коэффициента восприятия формант  $p(E)$  и различия в определении формантного спектра здесь учтены при определении значений  $\Delta B$  (разница

между уровнями спектра речи и спектра формант, дБ), изменяющихся в пределах от 5 до 12,5 дБ (версия Н.Б. Покровского).

Анализ представленных графиков показывает, что различия в линейной части усредненных графиков коэффициента восприятия методов Н.Б. Покровского и М.А. Сапожкова составляют около 1,5 дБ, что представляется незначительным, т.к. сопоставимо с инструментальной погрешностью измерений [1].

При малых отношениях сигнал/шум результаты оценивания разборчивости могут существенно отличаться, что объясняется принципиальной трудностью организации исследований в условиях малых отношений сигнал/шум [3].

Особое внимание следует обратить на значительные отличия от всех остальных варианта Ю.С. Быкова, что обусловлено использованием специфических испытательных тестов. Целью исследований Ю.С. Быкова была оценка разборчивости команд, передаваемых экипажам боевых машин (танков, самолетов и т.п.) по каналам радиотелефонной связи. В этом случае появляется возможность дополнительного повышения разборчивости за счет сравнения принимаемого сообщения с определенным тематическим словарем. Сопоставление оценок защищенности РИ по версиям Н.Б. Покровского и М.А. Сапожкова по критерию словесной разборчивости  $W$  приводит к неоднозначным результатам, как это показано на рис. 3.

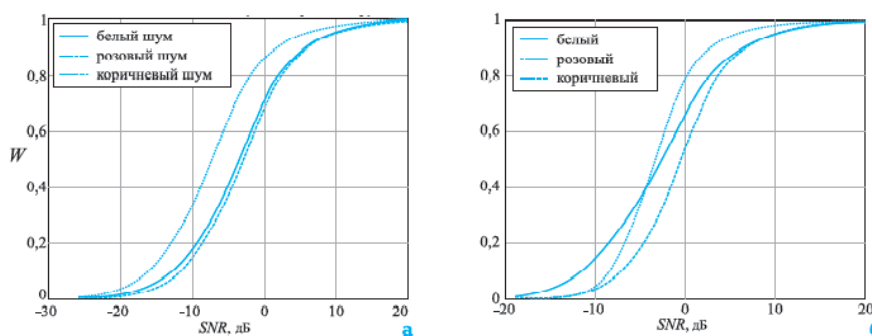


Рис.3. Зависимость словесной разборчивости  $W$  от соотношения (SNR, дБ) по Н.Б.Покровскому (а) и М.А.Сапожкову (б)

Так, по версии Н.Б. Покровского при малых интегральных отношениях сигнал/шум белый шум лишь ненамного уступает розовому шуму по маскирующим свойствам. Между тем, по версии М.А. Сапожкова, белый шум обладает наихудшими маскирующими свойствами при малых интегральных отношениях сигнал/шум [3].

Однако гораздо большее влияние на оценку РР оказывают иные факторы: априорные данные (тематические словари) о содержании переговоров, современные методы шумоочистки, возможности лингвистического анализа, многократное прослушивание записанных РС. При этом многие из вышеперечисленных факторов не находят адекватного отражения в действующих методиках. В этом случае необходимо учитывать возможность повышения фактической разборчивости речи  $W$  относительно оценок, полученных по действующим в настоящее время методикам.

Результаты некоторых проведенных исследований (рис. 4) также показали, что разборчивость резко возрастает, если реципиенту дается возможность сравнения перехваченных речевых сообщений с заранее заданным тематическим словарем [1]. Особое внимание следует обратить на принципиальное сходство графиков с результатами, полученными Ю.С. Быковым (см. рис. 3) для коэффициента восприятия, а также на общий характер графиков  $W$ , отличающихся от более пологого характера зависимостей, приведенных на рис. 4. Различия в оценках защищенности РИ, в соответствии с графика приведенными на рис. 3, могут составлять от 4 до 7 дБ. Процесс восприятия звуков слуховым анализатором человека может быть разделен на три ступени: акустическую, фонетическую и лингвистическую.

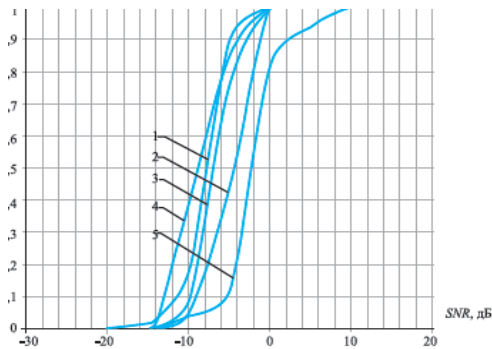


Рис.4. Зависимость словесной разборчивости  $W$  от интегрального соотношения сигнал/шум(SNR) , а полосе частот 90-11200Гц для разных видов помех: 1- речеподобный шум (из белого); 2-речевая помеха (речевой хор из отрезков связанных текстов); 3-розовый шум; 4-белый шум; 5-формантоподобная помеха (речевой хор с огибающей, соответствующей спектру формант)

#### Выводы:

1. Существующие методы оценки защищенности РИ сложно в полной мере адаптировать к задачам объективной оценки защищенности РИ, циркулирующей в ВП.
2. Численные значения оценочных критериев, полученные с использованием субъективных характеристик слухового восприятия, не могут гарантировать защищенность РИ, циркулирующей в ВП.
3. Целесообразно рассмотреть возможность использования иных дополнительных критериев и новые методы оценки защищенности РИ.

#### Литература:

1. **Бацула, А.П.** О достоверности оценки защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам [Текст] / А.А. Иванов, И.Л. Рева, В.А. Трушин // Доклады ТУСУРа, июнь 2010, № 1 (21), часть 1.
2. **Гавриленко, А.В.** Сравнительный анализ некоторых методов оценки разборчивости речи [Текст] / В.С. Дидковский, А.Н. Продеус // Акустический симпозиум «Консонанс-2007». Тезисы доклада, 25–27 июля (вересень) 2007. – Киев, 2007. – С. 54 – 65.
3. **Гавриленко, О.В.** Расчеты измерения разборчивости речи при малых отношениях сигнал-шум. Часть 1. [Текст] / В.С. Дидковский, А.Н. Продеус // Корректное измерение функции распределения речевого сигнала / Электроника и связь.